

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Angefertigt unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. G. Knubben-Schweizer

Die Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung bayerischer Fleckviehkühe

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Maria Hanemann

aus Jena

München 2014

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun
Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer
Korreferent:	Prof. Dr. Armin M. Scholz

Tag der Promotion: 12. Juli 2014

Für meine Eltern.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Literaturübersicht	2
2.1	Klauenkrankheiten	2
2.1.1	Häufigkeiten der Gliedmaßen- und Klauenerkrankungen.....	2
2.1.2	Klauenkrankheiten	6
	Krankheiten des Klauenhorns.....	6
	Krankheiten der Klauenhaut.....	6
2.2	Einflussfaktoren auf die Klauengesundheit	7
2.2.1	Haltung.....	7
2.2.2	Management und Klauenpflege	11
2.2.3	Zucht und Genetik.....	12
2.2.4	Milchleistung.....	13
2.3	Bedeutung der Klauengesundheit für die Milchleistung	17
2.3.1	Einfluss der Klauengesundheit auf die tägliche Milchleistung	18
2.3.2	Einfluss der Klauengesundheit auf die 100-Tage-Leistung	21
2.3.3	Einfluss der Klauengesundheit auf die 305-Tage-Leistung	22
2.3.4	Einfluss der Klauengesundheit auf die Lebensleistung.....	24
3	Material und Methoden	26
3.1	Betriebe.....	26
3.2	Tiere	27
3.3	Datenerhebung	28
3.3.1	Erfassung der Klauengesundheit	28
3.3.2	Erfassung der Milchleistungsdaten.....	29
3.4	Datenaufbereitung.....	29
3.4.1	Tierstammdaten.....	29
3.4.2	Klauengesundheitsdaten	30
3.4.3	Milchleistungsdaten.....	31
3.5	Statistische Auswertung.....	31

4	Ergebnisse	33
4.1	Klauengesundheit und der Einfluss des Haltungssystems	33
4.1.1	Klauengesundheitsstatus	33
4.1.2	Verteilung einzelner Klauenkrankheiten	33
4.1.3	Anzahl Diagnosen pro Tier	37
4.1.4	Schweregrad	38
4.1.4.1	Verteilung der Schweregrade aller Diagnosen.....	38
4.1.4.2	Mittlerer Schweregrad pro Tier	41
4.1.4.3	Maximaler Schweregrad pro Tier.....	42
4.1.5	Anzahl und Verteilung der an Klauenkrankheiten betroffenen Gliedmaßen...	42
4.2	Der Einfluss der Haltung auf die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung	44
4.2.1	Die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer	44
4.2.1.1	Der Klauengesundheitsstatus in Abhängigkeit der Laktationsnummer.....	44
4.2.1.2	Einzelne Klauenkrankheitsprävalenzen in Abhängigkeit der Laktationsnummer...	45
4.2.1.3	Der maximalen Schweregrad pro Tier in Abhängigkeit der Laktationsnummer...	48
4.2.2	Die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsphase	49
4.2.2.1	Der Klauengesundheitsstatus in Abhängigkeit der Laktationsphase.....	49
4.2.2.2	Einfluss der Laktationsphase auf einzelne Klauenkrankheitsprävalenzen.....	50
4.2.2.3	Der maximale Schweregrad pro Tier in Abhängigkeit der Laktationsphase	53
4.3	Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung	54
4.3.1	Auswirkung der Klauengesundheit auf die 100-Tage-Leistung	54
4.3.2	Einfluss der Klauengesundheit auf die 305-Tage-Leistung	60
5	Diskussion.....	66
5.1	Material und Methoden.....	66
5.2	Haltungsform und Klauengesundheit	67
5.3	Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer/Laktationsphase	71
5.4	Klauengesundheit und Milchleistung.....	73
6	Schlussfolgerungen	77

7	Zusammenfassung	78
8	Summary	80
9	Literaturverzeichnis	82
10	Anhang	102
11	Danksagung	129

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Entwicklung der durchschnittlichen Lahmheitsprävalenzen aus der zugänglichen Literatur von 1989 - 2014	4
Abbildung 2.2	Entwicklung der Aufstallungsform bayerischer Milchviehbetriebe (LKV, 2013b) ...	7
Abbildung 2.3	Klauen- und gliedmaßenbedingte Abgänge bayerischer Milchkühe 2012 in Abhängigkeit zur Herdenmilchleistung (LKV, 2013b)	16
Abbildung 2.4	Laktationskurve bei einer Lahmheitsdiagnose im 2. Laktationsmonat (GREEN et al., 2002)	23
Abbildung 2.5	Anteil klauenbedingter Abgänge in Bayern von 1977 - 2012 (LKV, 2013a)	25
Abbildung 3.1	Lokale Verteilung der teilnehmenden Betriebe.....	26
Abbildung 4.1	Prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Klauenebene in Lauf- und Anbindestall	35
Abbildung 4.2	Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Tierebene in Lauf- und Anbindestall	35
Abbildung 4.3	Prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Klauenebene in Lauf- und Anbindestall	36
Abbildung 4.4	Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Tierebene in Lauf- und Anbindestall	36
Abbildung 4.5	Prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungsform und Laktationsnummer	45
Abbildung 4.6	Prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungsform und Laktationsphase zum Diagnosezeitpunkt	50
Abbildung 4.7	Mittlere 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen	55
Abbildung 4.8	Mittlere 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Kühe in Anbindehaltung in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen	55
Abbildung 4.9	Mittlere 305-Tage-Leistung klauengesunder und geringgradig klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Diagnosestellung	61

Abbildung 4.10	Mittlere 305-Tage-Leistung klauengesunder und hochgradig klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Diagnosestellung	61
----------------	---	----

Anhang

Abbildung A.4.1	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Haltungsform	118
Abbildung A.4.2	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Haltungsform	119
Abbildung A.4.3	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Prävalenz auf Klauenebene und der jeweiligen Haltungsform	120
Abbildung A.4.4	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Prävalenz auf Klauenebene und der jeweiligen Haltungsform	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsprävalenzen	2
Tabelle 2.2	Prävalenzen einzelner Klauenerkrankungen (in %)	5
Tabelle 2.3	Lahmheitsprävalenzen in Lauf- und Anbindestall (in %)	8
Tabelle 2.4	Prävalenzen einzelner Klauenkrankheiten bei Kühen in Anbinde- und Laufstall- haltung aus vergleichenden Studien (in %)	8
Tabelle 2.5	Heritabilität (h^2) einzelner Klauenerkrankungen	12
Tabelle 2.6	Lahmheitsprävalenz (%) nach Laktationsnummer	13
Tabelle 2.7	Prävalenz von Sohlengeschwüren bei Milchkühen nach Laktationsnummer (in %) ..	14
Tabelle 2.8	Prävalenz der Dermatitis Digitalis bei Milchkühen nach Laktationsnummer (in %) ...	14
Tabelle 2.9	Negative Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die tägliche Milchleistung	18
Tabelle 2.10	Positive Auswirkungen einer Lahmheit auf die tägliche Milchleistung	19
Tabelle 2.11	Negative Auswirkungen einer Lahmheit auf die 100-Tage-Leistung	21
Tabelle 2.12	Positive Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die 100-Tage- Leistung	21
Tabelle 2.13	Negative Auswirkungen einer Lahmheit auf die 305-Tage-Leistung	22
Tabelle 2.14	Positive Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die 305-Tage- Leistung	24
Tabelle 2.15	Abgangsursachen bayerischer Milchkühe 2012 (LKV, 2013b)	24
Tabelle 3.1	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Laktationsnummer zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	27
Tabelle 3.2	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	28
Tabelle 3.3	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Leistungsklassen	28
Tabelle 3.4	5-Punkte-Schema der funktionellen Klauenpflege nach RAVEN (1989)	28
Tabelle 3.5	Einteilung der Betriebe nach ihrer durchschnittlichen Herdenleistung	29
Tabelle 3.6	Für die Untersuchung gebildete Krankheitsgruppen nach Lokalisation der Klauenerkrankung	30

Tabelle 4.1	Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere	33
Tabelle 4.2	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Anzahl an Klauendiagnosen pro Kuh aller klauenkranken Tiere	37
Tabelle 4.3	Mittlere Anzahl an Klauendiagnosen pro Tier aller klauenkranken Tiere	37
Tabelle 4.4	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Schweregrade der gestellten Diagnosen auf Klauenebene	38
Tabelle 4.5	Mittlerer Schweregrad aller gestellten Diagnosen auf Klauenebene	38
Tabelle 4.6	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Haltungsform	39
Tabelle 4.7	Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Haltungsform	40
Tabelle 4.8	Häufigkeit und prozentuale Verteilung des mittleren Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere	41
Tabelle 4.9	Durchschnittlicher mittlerer Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere	41
Tabelle 4.10	Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere	42
Tabelle 4.11	Mittlerer maximaler Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere	42
Tabelle 4.12	Anzahl der betroffenen Gliedmaßen pro Kuh: Häufigkeiten und prozentuale Verteilung aller klauenkranken Tiere	43
Tabelle 4.13	Mittlere Anzahl betroffener Gliedmaßen aller klauenkranken Tiere	43
Tabelle 4.14	Verteilung der Erkrankungen auf die Gliedmaßen pro Kuh: Häufigkeit und prozentuale Verteilung	43
Tabelle 4.15	Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungsform und Laktationsnummer	44
Tabelle 4.16	Prävalenzen einzelner Klauenhornkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsnummer	46
Tabelle 4.17	Prävalenzen einzelner Klauenhautkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsnummer	47
Tabelle 4.18	Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Haltungsform und Laktationsnummer	48

Tabelle 4.19	Mittlerer maximaler Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Laktationsnummer	49
Tabelle 4.20	Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	49
Tabelle 4.21	Prävalenzen einzelner Klauenhornkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	51
Tabelle 4.22	Prävalenzen einzelner Klauenhautkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	52
Tabelle 4.23	Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	53
Tabelle 4.24	Mittlerer maximaler Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit	53
Tabelle 4.25	100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120	56
Tabelle 4.26	100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenkrankheiten des Tieres	57
Tabelle 4.27	100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhornerkrankter Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten des Tieres	58
Tabelle 4.28	100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhauterkrankter Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten des Tieres	59
Tabelle 4.29	305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere	62
Tabelle 4.30	305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenkrankheiten des Tieres	63
Tabelle 4.31	305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhornerkrankter Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten des Tieres	64
Tabelle 4.32	305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhauterkrankter Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten des Tieres	65

Anhang

Tabelle A.2.1	Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsprävalenzen innerhalb einer Herde	102
Tabelle A.2.2	Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsinzidenzen	102
Tabelle A.2.3	Ausgewählte Krankheiten des Klauenhorns	103
Tabelle A.2.4	Ausgewählte Krankheiten der Klauenhaut	106
Tabelle A.3.1	Beschreibung der teilnehmenden Laufstallbetriebe	108
Tabelle A.3.2	Beschreibung der teilnehmenden Betriebe mit Anbindehaltung	109
Tabelle A.3.3	Legende des verwendeten Klauenpflegeprotokolls nach dem DLG-Diagnoseschlüssel (HERMANN u. LANDMANN, 2007)	110
Tabelle A.4.1	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Klauenebene	114
Tabelle A.4.2	Häufigkeit und prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Klauenebene	114
Tabelle A.4.3	Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Tierebene	115
Tabelle A.4.4	Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Tierebene	115
Tabelle A.4.5	Kombinationen verschiedener Klauenkrankheiten pro Tier im Laufstall	116
Tabelle A.4.6	Kombinationen verschiedener Klauenkrankheiten pro Tier im Anbindestall	117
Tabelle A.4.7	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung	121
Tabelle A.4.8	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Schweregrade)	122
Tabelle A.4.9	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Klauenhornkrankheiten)	123
Tabelle A.4.10	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Klauenhautkrankheiten)	124
Tabelle A.4.11	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung	125
Tabelle A.4.12	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Schweregrade)	126
Tabelle A.4.13	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Klauenhornkrankheiten)	127
Tabelle A.4.14	Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Klauenhautkrankheiten)	128

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung	ICAR	International Committee
Abk.	Abkürzung		for Animal Recording
AS	Anbindestall	k. A.	keine Angaben
AUT	Österreich	KSG	Klauensohlengeschwür
BCS	Body Condition Score	lat.	lateral/zur Seite hin
BF	Ballenfäule	LCS	Locomotion Score
BG	Bindegewebe	LI	Limax
CAN	Kanada	LKV	Landeskuratorium der
d	Tag(e)		Erzeugerringe für tierische
DD	Dermatitis Digitalis		Veredelung Bayern e.V.
DEN	Dänemark	LN	Laktationsnummer
DID	Dermatitis Interdigitalis	LS	Laufstall
DIM	day in milk/Laktationstag	max. SG	maximaler Schweregrad
DLG	Deutsche Landwirtschafts-	max.	maximal
	Gesellschaft	min.	minimal
DS	Doppelsohle	mittl. SG	mittlerer Schweregrad
FV	Fleckvieh	mgr.	mittelgradig
Entz.	Entzündung	MLP	Milchleistungsprüfung
et al.	et alii / und andere	n	Anzahl
GBR	Großbritannien	n.s.	nicht signifikant
GER	Deutschland	NED	Niederlande
ggr.	geringgradig	NEL	Netto Energie Laktation
Glm.	Gliedmaßen	NZL	Neuseeland
h ²	Heritabilität/Erblichkeit	p-Wert	Signifikanzwert
Haut	Klauenkrankheiten, die die	PH	Phlegmone
	Klauenhaut betreffen	p.p.	post partum
HF	Holstein Friesian	RE	Klauenrehe
Hglm.	Hintergliedmaßen	red.	reduziert
hgr.	hochgradig	RindZLpV	Verordnung über die
Horn	Klauenkrankheiten, die das		Leistungsprüfungen und
	Klauenhorn betreffen		Zuchtwertfeststellung bei
HS	Hornspalt		Rindern

RSG	Rusterholz'sches Sohlengeschwür
SD	Standardabweichung
SG	Sohlengeschwür
sign.	signifikant
SK	Schwellung des Kronsaumes
SSG	Sohlenspitzen­geschwür
STG	Steingalle
SUI	Schweiz
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
TMR	Total mixed Ration
TS	Trockensubstanz
Tub. flex.	Tuberculum flexorium
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
Vglm.	Vordergliedmaßen
WD	Wanddefekt
WL	Wandläsion
WLD	Weiß­e-Linie-Defekt
Wo.	Woche/n
ZKS	Zwischenklauenspalt

Darüber hinaus verwendete Abkürzungen werden im Text erläutert.

1 Einleitung

Die Lahmheit der Milchkuh hat im europäischen Raum in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und zählt mittlerweile zu einer der wichtigsten Produktionskrankheiten beim Rind (BENNETT et al., 1999; WEAVER, 2000; MÜLLING, 2003; WIEDENHÖFT, 2005). Während AMSTUTZ (1985) noch eine Lahmheitsprävalenz von 10 % feststellen konnte, erreichen aktuelle Studien Werte von 24,6 % bis zu 77 % (WARNICK et al., 2001; GARBARINO et al., 2004; MÜLLEDER et al., 2004; ESPEJO et al., 2006; BICALHO et al., 2007; BARKER et al., 2010; ARCHER et al., 2011).

Lahmende Tiere reduzieren ihr Aktivitätsverhalten und ihre Futteraufnahme signifikant (BAREILLE et al., 2003; BACH et al., 2007; MCGOWAN et al., 2011). Neben einer verschlechterten Fruchtbarkeit wird auch von einem deutlichen Milchleistungsabfall für diese Tiere berichtet (COULON et al., 1996; RAJALA-SCHULTZ et al., 1999; WARNICK et al., 2001; GREEN et al., 2002; HERNANDEZ et al., 2002; HERNANDEZ et al., 2005; BICALHO et al., 2007; AMORY et al., 2008; ARCHER et al., 2010; ORGEL, 2010;). ARCHER et al. (2010) beobachteten bei schweren Lahmheitsfällen einen Verlust von bis zu 350 kg Milch innerhalb einer Standardlaktation. Bei einem aktuellen Milchpreis von 33,9 Cent/kg Milch entspricht dies einem Verdienstaufschlag von 118,65 Euro pro Lahmheit.

In der Literatur finden sich viele Studien zum Thema Lahmheit und Klauenerkrankungen und deren Auswirkungen. Diese wurden größtenteils an Rindern der Rasse Holstein Friesian durchgeführt. Für die Rasse Fleckvieh, die zweithäufigste Rinderrasse Deutschlands, konnten keine wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema gefunden werden. Vergleichende Studien belegen jedoch, dass Unterschiede hinsichtlich der Klauengesundheit zwischen einzelnen Rassen bestehen (ANDERSSON u. LUNDSTROM, 1981; BAIRD et al., 2009; KUJALA et al., 2010).

Mit 746.861 an der Milchleistungsprüfung teilnehmenden Kühen stellt das Fleckvieh die wichtigste Rinderrasse im Bundesland Bayern dar (Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung Bayern e.V. (LKV), 2013b). Es scheint also durchaus von wissenschaftlichem Interesse, die Rasse Fleckvieh gesondert auf Fragestellungen zum Thema Klauengesundheit zu untersuchen.

In der vorliegenden Arbeit soll daher folgendes geprüft werden:

- Die Klauengesundheit bayrischer Fleckviehtiere in Abhängigkeit der Aufstallungsart
- Der Einfluss der Klauengesundheit auf die Milchleistung bayrischer Fleckviehtiere in Abhängigkeit der Aufstallungsart

2 Literaturübersicht

2.1 Klauenkrankheiten

Für eine Kuh, die langfristig nutzbar und leistungsfähig sein soll, sind gesunde Klauen Voraussetzung. Folgendes Kapitel soll einen Überblick über Vorkommen und Ausmaß von Klauenproblemen schaffen und die wichtigsten Erkrankungen der Klaue in Kürze beschreiben.

2.1.1 Häufigkeiten der Gliedmaßen- und Klauenerkrankungen

Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen exakt voneinander abzugrenzen und gesondert zu betrachten fällt schwer. Zwar führt die Erkrankung einer Klaue nicht zwingend zu einer Lahmheit, einer Lahmheit hingegen liegt zu 80 - 99 % eine Klauenerkrankung zugrunde (BERGER, 1988; CLARKSON et al., 1996; LOGUE et al., 1998; MANSKE et al., 2002b; SOGSTAD et al., 2005b; GANDAHU u. CHEN, 2011). HERNANDEZ et al. (2001) konnten 30 % klinisch lahme Kühe innerhalb einer Herde diagnostizieren. Doppelt so viele Tiere dieser Herde litten an mindestens einer Klauenerkrankung, die demnach häufiger vorkommen als sichtbare Lahmheiten dies vermuten lassen. Um das Vorkommen der häufigsten Klauenkrankheiten innerhalb einer Herde abzuschätzen, wird trotz angesprochener Diskrepanz häufig der „Locomotion Score“ verwendet, mit dessen Hilfe sich das Gangbild des Rindes in unterschiedliche Grade (von physiologisch bis hochgradig lahm) einteilen lässt (SPRECHER et al., 1997; TADICH et al., 2010; SOGSTAD et al., 2011).

In der Tabelle 2.1 sowie in den Tabellen A.2.1 und A.2.2 im Anhang sind die in der Literatur zugänglichen Lahmheitsprävalenzen und -inzidenzen aufgeführt. Die Lahmheitsprävalenz beschreibt hierbei die Anzahl erkrankter Tiere der Studienpopulation zum Zeitpunkt der Untersuchung. Die Lahmheitsinzidenz gibt die Lahmheitsfälle in der Studienpopulation innerhalb eines Beobachtungszeitraumes wieder.

Tabelle 2.1: Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsprävalenzen

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Land	Untersuchte Rasse	Lahmheits- prävalenz (in %)
LISCHER u. OSSENT (1994)	1982 - 1993	SUI	k. A.	4,0 - 38,0
COLLICK et al. (1989)	1989	GBR	k. A.	17,0
WELLS et al. (1993b)	1989 - 1990	USA	Holstein Friesian	13,7 - 16,7
SMITS et al. (1992)	1990	NED	Holstein Friesian, Dutch Friesian	1,0
ALBAN (1995)	1990 - 1991	DEN	Dänische Rot-/ Schwarzbunte, Jersey	7,0

Fortsetzung Tabelle 2.1: Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsprävalenzen

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Land	Untersuchte Rasse	Lahmheits- prävalenz (in %)
SPRECHER et al. (1997)	1990 - 1991	USA	k. A.	65,2
ESSLEMONT u. KOSSAIBATI (1996)	1992 - 1993	GBR	Holstein Friesian	17,4
KOSSAIBATI u. ESSLEMONT (2000)	1995 - 1996	GBR	Holstein Friesian	25,6
MANSKE et al. (2002b)	1996 - 1998	SWE	Schwedisch Rot-Weiß, Holstein, Kreuzungen beider	5,1
GREEN et al. (2002)	1997 - 1999	GBR	Holstein Friesian	> 70,0
WARNICK et al. (2001)	1997 - 1998	USA	Holstein Friesian	40,0 - 52,0
MELENDEZ et al. (2003)	1999	USA	Holstein Friesian	2,0 - 20,0
BAIRD et al. (2009)	2000 - 2001	GBR	Holstein Friesian, Norwegisches Milchrind	32,6
BERGSTEN (2001)	k. A.	SWE	k. A.	2,0 - 20,0
BIELFELDT et al. (2005)	2001 - 2002	SUI	Braunvieh, Fleckvieh, Holstein Friesian	10,0
HERNANDEZ et al. (2001)	k. A.	USA	k. A.	30,0
GARBARINO et al. (2004)	2002 - 2003	USA	Holstein Friesian	42,0
FRANKENA et al. (2009)	2002 - 2003	NED	Holstein Friesian	37,0
ROUHA-MÜLLEDER et al. (2009)	2002 - 2003	AUT	Fleckvieh	36,0
COOK (2003)	k. A.	USA	k. A.	7,9 - 51,9
WHAY et al. (2003)	k. A.	GBR	k. A.	22,1
BLOWEY et al. (2004)	k. A.	GBR	k. A.	70,0
MÜLLEDER et al. (2004)	k. A.	AUT	k. A.	bis 77,0
WINCKLER u. BRILL (2004)	k. A.	GER	k. A.	25,0 - 58,0
ESPEJO et al. (2006)	2004	USA	Holstein Friesian	24,6
BICALHO et al. (2007)	2004 - 2006	USA	Holstein Friesian	26,5 - 54,2
DIPPEL et al. (2009)	2004 - 2005	AUT	Holstein Friesian, Fleckvieh	31,0
HERNANDEZ et al. (2005)	k. A.	USA	Holstein Friesian	26,0
BARKER et al. (2010)	2006 - 2007	GBR	Holstein Friesian	36,8
ITO et al. (2010)	2007 - 2008	CAN	k. A.	28,5
LEACH et al. (2010)	2006 - 2007	GBR	k. A.	36,0
VAN DER LINDE et al. (2010)	2006 - 2009	NED	Holstein Friesian	69,0
HUBER et al. (2011)	2007 - 2010	SUI	k. A.	10,8
		AUT		22,9
ARCHER et al. (2011)	2008 - 2009	GBR	k. A.	62,0
PALMER et al. (2012)	2009 - 2010	GBR	Holstein Friesian	bis 51,0
ROUHA-MÜLLEDER u. WAIBLINGER (2012)	2010	AUT	Fleckvieh	0,0 - 77,0
BECKER et al. (2014)	2010 - 2011	SUI	k. A.	14,8
WEBER et al. (2013)	2010 - 2012	GER	Holstein Friesian	43,3
KEYSERLINGK et al. (2012)	k. A.	USA	k. A.	13,8 - 70,7
KOFLER et al. (2013)	k. A.	AUT	k. A.	28,1

Es fällt auf, dass die in der Tabelle 2.1 angegebenen Werte stark divergieren. Ursache hierfür sind zum Teil unterschiedliche Definitionen der Lahmheitsnoten, aber auch der subjektive Eindruck der beurteilenden Person (Tierarzt, Landwirt, Klauenpfleger). Landwirte unterschätzen oft das Auftreten von Lahmheiten in ihren Herden (WELLS et al., 1993b). In einer von WHAY et al. (2002) durchgeführten Studie erkannte der Landwirt nur ein Drittel der tatsächlich lahmen Tiere, zwei Drittel wurden von ihm als nicht lahm eingestuft. Die Autoren vermuten, dass eine mangelhafte Objektivität bedingt durch den alltäglichen Umgang mit den Tieren, aber auch fehlende Fachkenntnisse für dieses Missverhältnis verantwortlich sind.

Obwohl die oben aufgeführten Prozentzahlen nur vorsichtig interpretiert werden können, ist doch ersichtlich, dass das Problem Lahmheit und damit auch das Problem der Gliedmaßen- und Klauenerkrankungen zunehmend an Bedeutung gewinnen (Abb. 2.1).

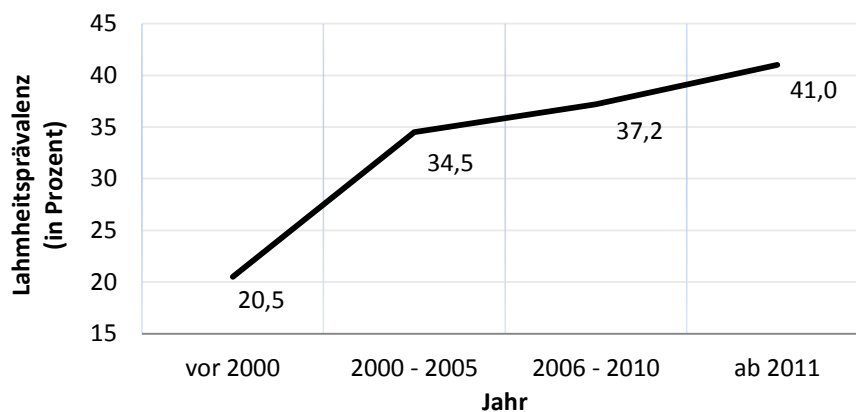


Abbildung 2.1 : Entwicklung der durchschnittlichen Lahmheitsprävalenzen aus der zugänglichen Literatur von 1989 - 2014

Unter den einzelnen Klauenerkrankungen sind Sohlengeschwüre am stärksten mit Lahmheit verbunden, gefolgt von Zusammenhangstrennungen wie dem Weiße-Linie-Defekt oder der Doppelsohle (MURRAY et al., 1996; MANSKE et al., 2002b). Gleiches berichten auch GREEN et al. (2002), WIEDENHÖFT (2005) und TADICH et al. (2010) und fügen die Dermatitis Digitalis als sehr schmerzhafteste Krankheit hinzu. Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über die Prävalenzen einzelner Klauenerkrankungen, die im nächsten Kapitel gesondert vorgestellt werden.

Tabelle 2.2: Prävalenzen einzelner Klauenerkrankungen (in %)

SG = Sohlengeschwür, WLD = Weiße-Linie-Defekt, RE = Rehe, DD = Dermatitis Digitalis, DID = Dermatitis Interdigitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	SG	WLD	RE	DD	DID	BF	LI
MURRAY et al. (1996)	1989 - 1991	28,0	22,0	2,0	8,0	< 1,0	4,0	5,0
MANSKE et al. (2002b)	1996 - 1998	8,6	8,8	30,0	27,0		41,0	1,8
SOMERS et al. (2003)	1999 - 2000	-	-	47,7	30,7	92,7		-
AMORY et al. (2004)	k. A.	5,5	4,9	-	5,7	-	-	-
BLOWEY et al. (2004)	k. A.	13,8	12,7	-	12,0	7,1	-	-
FIEDLER (2004b)	k. A.	-	-	-	54,5	76,5	63,6	-
BIELFELDT et al. (2005)	2001 - 2002	15,7	6,1	-	5,3	13,6		-
KUJALA et al. (2004)	k. A.	3,8	8,6	25,9	8,5			
SANDERS et al. (2009)	2004 - 2007	16,0	10,0	-	-	-	-	-
VAN DER LINDE et al. (2010)	2006 - 2009	7,0	11,0	38,0	22,0	29,0	-	5,0
WEBER et al. (2013)	2010 - 2012	24,0	8,0	-	22,0	17,0	-	19,0
KOFLER et al. (2013)	k. A.	6,4	37,2	37,8	19,7	-	61,8	9,1
SCHÖPKE et al. (2013)	k. A.	7,1	12,6	57,3	17,0	7,9	-	5,5
BECKER et al. (2014)	2010 - 2011	0,4	80,7	36,6	29,1		34,2	3,1

Bis zu 92,2 % aller Klauenveränderungen treten an den Hintergliedmaßen auf (PRENTICE u. NEAL, 1972; EDDY u. SCOTT, 1980; BAGGOTT u. RUSSEL, 1981; RUSSELL et al., 1982; BARKEMA et al., 1994; MANSKE et al., 2002b; BORKERT VARGAS, 2011; DIAZLIRA et al., 2011). Dort ist in bis zu 85 % der Fälle die Außenklaue betroffen (RUSSELL et al., 1982; VAN AMSTEL et al., 2004; BORKERT VARGAS, 2011; DIAZLIRA et al., 2011). Diese besondere Prädisposition ist zum einen auf die natürliche Anatomie und Biomechanik des Rindes, zum anderen auch auf intensive Zucht und moderne Haltungsbedingungen zurückzuführen. Durch die feste Verbindung der Hintergliedmaßen mit dem Becken des Rindes entfällt der „abfedernde Effekt“, der durch die sehnig-muskuläre Verbindung der Vordergliedmaßen mit dem Rumpf für diese ermöglicht wird (RAVEN, 1989). Auch übersteigt die Gesamtlänge der lateralen bovinen Zehenknochen die der medialen, was zu einer Mehrbelastung der lateralen Außenklaue führt (MUGGLI et al., 2011). Die breite Schrittführung der Hintergliedmaßen der Milchkühe führt dazu, dass die Außenklauen der Hintergliedmaßen als erstes auf dem Boden aufgesetzt werden (SCHMID et al. 2009). Während ein natürlicher Untergrund ein Einsinken der Klaue und somit eine Gewichtsverteilung auf das Klauenpaar ermöglichen würde, lastet bei hartem Stallboden deutlich mehr Gewicht auf den Außenklauen der Hintergliedmaßen (SEEBACHER et al., 1980). Der Zugewinn an Rahmen und Eutervolumen der heutigen Milchkühe ist mit einer weiteren Mehrbelastung der Hintergliedmaßen und folglich der Außenklauen verbunden. All dies bedingt schlussendlich eine Hypertrophie und Hyperplasie der stärker beanspruchten Außenklauen, was wiederum eine Quetschung der Lederhaut und die damit verbundenen Klauenerkrankungen nach sich ziehen kann (NUSS u. STEINER, 2004; CHAPINAL et al., 2009).

2.1.2 Klauenkrankheiten

Die häufigsten Klauenerkrankungen des Rindes sollen unter Verwendung der internationalen Terminologie nach ESPINASSE et al. (1984) in Anlehnung an den Diagnoseschlüssel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (MÜLLER, 2004) beschrieben werden. Sie lassen sich in infektiöse und nicht-infektiöse Krankheiten, sowie nach ihrer Lokalisation in Krankheiten des Klauenhorns und Krankheiten der Klauenhaut einteilen.

Krankheiten des Klauenhorns

Krankheiten des Klauenhorns sind primär von nicht-infektiösem Charakter mit systemischem oder mechanischem Ursprung. Die dadurch entstehenden Defekte im Hornschuh bilden Eintrittspforten für Umweltkeime, die die darunterliegende Lederhaut sekundär infizieren können. Je nach Lokalisation der Läsion am Hornschuh lassen sich diese weiter in Defekte des Sohlen-, Wand- oder Ballenhorns differenzieren. HERNANDEZ et al. (2002) diagnostizierten bei 64 % der lahmen Kühe ihrer Studie eine Erkrankung des Klauenhorns. Auch bei KOSSAIBATI u. ESSLEMONT (2000) lag der Anteil an Klauenhornerkrankungen bei 60 %. Tabelle A.2.3 im Anhang beschreibt die häufigsten Klauenhornerkrankungen.

Krankheiten der Klauenhaut

Die empfindliche Haut im Zwischenklauen- und Ballenbereich ist vorwiegend von infektiösen Erkrankungen betroffen. Die Häufigkeit des Auftretens variiert stark und wird mit Prävalenzen zwischen 5,3 % (BIELFELDT et al., 2005) und 36 % (KOSSAIBATI u. ESSLEMONT, 2000) angegeben. In Tabelle A.2.4 im Anhang sind die häufigsten Erkrankungen der Klauenhaut gelistet. Dermatitis Digitalis, Dermatitis Interdigitalis und Ballenfäule werden oft zu einem Komplex zusammengefasst und als „Digital Skin Disorder Syndrome“ bezeichnet, da sie sich in ihrer Ätiologie, Art der histologischen Veränderungen am Gewebe und Klinik sehr ähneln (WALKER et al., 1995; BARGAI, 1998; FIEDLER u. MAIERL, 2004).

2.2 Einflussfaktoren auf die Klauengesundheit

Die Klauengesundheit ist von vielen Faktoren abhängig. Neben intrinsischen Risikofaktoren, wie die metabolische Stoffwechsellaage des Tieres, Leistungslevel, Immunstatus, Body-Condition-Score und Genetik, wirken auch extrinsische Risikofaktoren mechanischer, chemischer und physikalischer Art, wie Haltung, Fütterung und Management, auf die Rinderklaue ein (MÜLLING u. HAGEN, 2012). Klauenerkrankungen sind somit meist das Ergebnis eines multifaktoriellen Geschehens. Hinsichtlich der Fragestellung dieser Arbeit soll in folgendem Kapitel der Einfluss der Faktoren Haltung, Management, Genetik und Milchleistung näher betrachtet werden.

2.2.1 Haltung

Die Haltung stellt neben der Fütterung das Hauptrisiko für Klauenkrankheiten dar (MÜLLING u. HAGEN, 2012). Verschiedene Haltungssysteme stellen dabei unterschiedliche Bedingungen an die Klaue und nehmen Einfluss auf die Klauengesundheit. In Bayern wurden 2011 58,2 % aller Milchkühe in Anbindehaltung und 41,8 % in Laufställen und Außenklimaställen gehalten (LKV, 2012) (Abb.2.2).

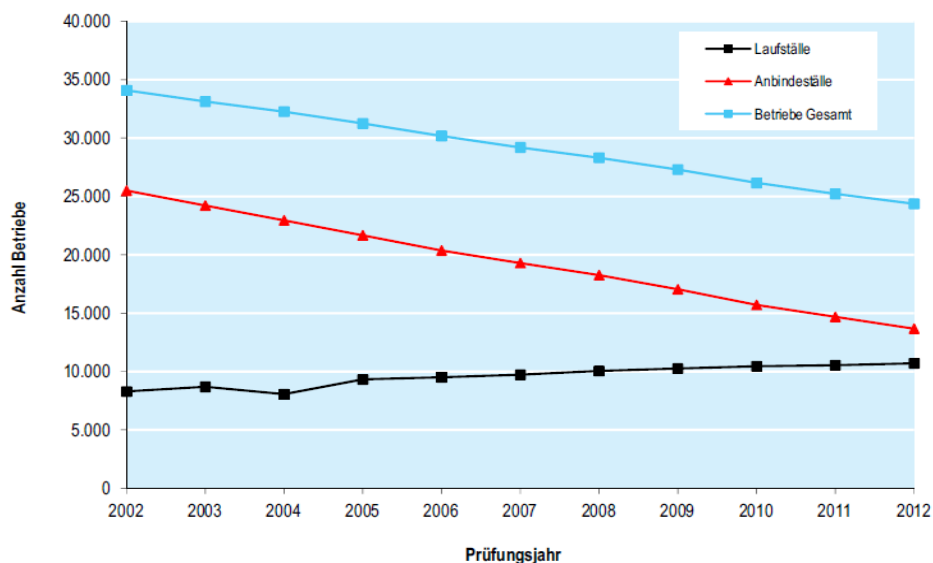


Abbildung 2.2 : Entwicklung der Aufstallungsform bayrischer Milchviehbetriebe (LKV, 2012)

Rinder in Anbindeställen (AS) weisen durchschnittlich ein geringeres Klauenproblemrisiko auf als solche, die in Laufställen (LS) gehalten werden (FAYE u. LESOURRET, 1989; COOK, 2003; HASKELL et al., 2006; COOK, 2008; KUJALA, 2008) (Tab. 2.3). Während Fiedler (2000) in der Anbindehaltung bei 28 % der Tiere mindestens eine behandlungswürdige Klauenkrankheit feststellt, sind im Laufstall mit 47 % deutlich mehr Tiere betroffen.

VAARST et al. (1998) stellen hingegen zwischen den unterschiedlichen Haltungssystemen (Tiefstreu, Anbindestall, Laufstall) keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Klauengesundheit fest.

Generell kann festgehalten werden, dass regelmäßiger und ganzjähriger Auslauf das Risiko für Klauenerkrankungen reduziert, da die Klauen beim Weidegang besser abtrocknen können und gereinigt werden (REGULAR et al., 2004; HASKELL et al., 2006).

Tabelle 2.3: Lahmheitsprävalenzen in Lauf- und Anbindestall (in %)

LS = Laufstall, AS = Anbindestall

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Lahmheitsprävalenz LS	Lahmheitsprävalenz AS
ALBAN (1995)	1990 - 1991	Dänische Schwarz-/Rotbunte, Dänisch Jersey	8,9	6,4
SOGSTAD et al. (2005b)	2002	Norwegische Rotbunte	65,0	41,0
CRAMER et al. (2008)	2004 - 2005	Holstein Friesian	46,0	26,0
DIPPEL et al. (2009)	2004 - 2005	Holstein Friesian, Fleckvieh	31,0	-
GASTEINER (2005)	k. A.	k. A.	44,0	-
LEACH et al. (2008)	k. A.	Holstein Friesian, Fleckvieh	-	37,0
ROUHA-MÜLLEDER u. WAIBLINGER (2012)	2010	Fleckvieh	0,0 - 77,0	-

Die zum Teil widersprüchlichen Literaturangaben zur Prävalenz von Lahmheiten und Klauenerkrankungen zwischen den Haltungssystemen spiegeln sich in der Verteilung der einzelnen Klauenkrankheiten wieder (Tab. 2.4).

Tabelle 2.4: Prävalenzen einzelner Klauenkrankheiten bei Kühen in Anbinde- und Laufstallhaltung aus vergleichenden Studien (in %)

LS = Laufstall, AS = Anbindestall, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, SG = Sohlengeschwür, RE = Rehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt

Autor	DD		BF		SG		RE		WLD	
	LS	AS	LS	AS	LS	AS	LS	AS	LS	AS
FIEDLER (2000)	19,8	5,4	-	-	9,2	16,0	-	-	34,0	12,1
HUBER (2002)	20,0	11,8	30,5	17,7	6,4	9,5	-	-	-	-
SOGSTAD et al. (2005b)	9,2	4,5	73,9	9,8	4,0	3,7	29,0	14,0	13,0	6,9
BIELFELDT et al. (2005)	2,7	2,5	5,0	13,2	14,3	16,4	-	-	9,4	5,1
KUJALA et al. (2010)	-	-	-	-	-	-	-	-	17,0	4,8
CRAMER et al. (2008)	22,7	9,3	-	-	9,2	4,7	11,0	7,7	-	-

In Laufställen herrscht laut der meisten Studien ein erhöhtes Dermatitis Digitalis-Risiko (FIEDLER, 2000; BIELFELDT et al., 2005; SOGSTAD et al., 2005b; CRAMER et al., 2008). Laufstalltiere hatten in einer Studie von HUBER (2002) ein doppelt so hohes, in einer Studie von FIEDLER (2000) sogar ein rund dreimal so hohes Erkrankungsrisiko als Tiere in Anbindehaltung. Bei der Entstehung der Dermatitis Digitalis spielt der Hygienestatus im Stall eine wesentliche Rolle. Daher liegt dieser Diskrepanz vermutlich zu Grunde, dass Tiere in Laufstallhaltung häufiger mit feuchten Laufflächen in Kontakt kommen als Tiere in Anbindehaltung (BERGSTEN, 1997; SOGSTAD et al., 2005b). Der oft

schlechtere Hygienestatus in Laufställen führt zudem zu einem meist höheren Infektionsdruck für Laufstalltiere als für Tiere im Anbindestall (FIEDLER 2000).

Typische Sohlengeschwüre wie das Rusterholz'sche Sohlengeschwür kommen hingegen gehäuft in der Anbindehaltung vor. FIEDLER (2000) berichtet von einem fast doppelt so hohem Risiko verglichen mit Laufstalltieren und begründet dies mit der sogenannten „Stallklaue“, die im Anbindestall durch fehlenden Abrieb und vernachlässigte Klauenpflege häufiger vorzufinden ist und unphysiologische Belastungen auf das Tuberculum flexorium provoziert. Ist die Standlänge nicht ausreichend, besteht zudem das Risiko, dass die Tiere mit den Hintergliedmaßen auf die zur Entmistung dienenden Gitterroste treten. Die entstehende punktuelle Belastung fördert zusätzlich das Auftreten von Sohlengeschwüren.

AHRENS et al. (2011) und FJELDAAS et al. (2011) gehen davon aus, dass Kühe, die sich frei bewegen können, weniger Weiße-Linie-Defekte (WLD) und weniger Wand-Defekte (WD) aufweisen als Tiere in Anbindung. Ihre Untersuchungen widersprechen damit den Beobachtungen von BERGER (1988), BIELFELDT (2005) und FIEDLER (2000), die WLD und WD vermehrt in Laufställen feststellten. Die Autoren vermuten hinter den vermehrten WLD die Folgen einer Klauenrehe, ausgelöst durch die intensivere Fütterung der Laufstalltiere (LISCHER u. OSSENT, 1994). Zudem sorgen Überbelegung, enge Laufgänge, Laufbodenbeschaffenheit, ausgebrochene Kanten im Spaltenboden und unkomfortable Liegeboxen neben einem höheren Verletzungsrisiko auch für längere Stehzeiten, die vor allem bei durch Klauenrehe vorgeschädigten Klauen ein Auftreten von Weiße-Linie-Defekten begünstigen können (OSSENT et al., 1997; SOGSTAD et al., 2005b).

Die Zwischenklauenwulst (Limax) wird von FIEDLER (2000) viermal häufiger im Laufstall diagnostiziert als im Anbindestall. Durch die gesteigerte Mobilität im Laufstall wird die Haut des Zwischenklauenspaltes beansprucht und gereizt. Vor allem, wenn dieser bei jedem Schritt gespreizt wird, wie es bei ungleich hoher Innen- und Außenklaue durch mangelnde oder fehlerhafte Klauenpflege der Fall ist.

Liegefläche

Die Gesamtliegezeit ist ein Indikator für das Wohlbefinden der Tiere. In komfortabler Umgebung liegen Kühe 12 bis 15 h pro Tag (WINCKLER, 2009; REITER, 2010; HAGEN u. MÜLLING 2012).

In Ställen mit gut eingestreuten und ausreichend großen Liegeflächen, auf denen die Tiere eine bequeme Liegehaltung einnehmen können, weisen Rinder nachweislich weniger Klauenerkrankungen auf als in Ställen mit unkomfortablen Liegeflächen (SOMERS et al., 2005a;

CHAPINAL et al., 2010). So reduziert sich in weichen Tiefstreuboxen oder Boxen mit Komfortmatratzen das Sohlengeschwür- und Lahmheitsrisiko (HOLZHAUER et al., 2008b; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2009). Sinkt hingegen der Liegekomfort bei harter Liegefläche, verkürzt sich die Liegedauer und Klauenerkrankungen nehmen zu (COOK, 2008; DIPPEL et al., 2009). DIPPEL et al. (2009) ermittelten in Ställen mit Hochboxen deutlich mehr lahme Tiere als in Ställen in denen Tiefstreuboxen zur Verfügung standen. Die Verwendung von Löschkalk, wie es bei Hochboxen durchaus üblich ist, soll laut BARKER et al. (2009) das Risiko für Sohlengeschwüre zusätzlich erhöhen. Nicht nur die Liegeflächenbeschaffenheit, auch die tatsächliche Anzahl der Liegeboxen hat Einfluss auf die Klauengesundheit. So steigt mit sinkender Anzahl an verfügbaren Liegeboxen das Risiko einer Lahmheit (ROUHA-MÜLLEDER et al., 2009). Müssen Tiere auf einen Liegeplatz „warten“, wie es etwa bei Überbelegung der Fall ist, nehmen mit der Stehdauer auch die Klauenkrankheiten zu (REITER, 2010). Dies trifft vor allem auf rangniedere Tiere zu, bei denen GALINDO u. BROOM (2000) sowie HAGEN u. MÜLLING (2012) vermehrt Klauenprobleme feststellen konnten.

Bei Problemen in der Gestaltung des Liegeflächenangebots kann sich so die Gesamtliegezeit von 12 bis 15 Stunden pro Tier und Tag auf bis zu zwei Stunden reduzieren (RESZLER, 2006).

Lauffläche

Die Laufflächenbeschaffenheit spielt eine wesentliche Rolle in der Klauengesundheit. Trockene und saubere Oberflächen halten die Keimvermehrung niedrig und schwächen somit die Hornqualität des Klauenschuhs weniger als feuchte (AHRENS et al., 2011). Auf Spaltenböden kann durch das Durchtreten des Kotes ein besserer Hygienestatus erreicht werden. Die Tiere erkranken seltener an Dermatitis Digitalis und Ballenfäule als auf Planböden und Gummimatten, die bei unzureichender Entmistung die Gefahr vermehrter Ballenfäule oder Entzündungen des Zwischenklauenspaltes bergen (KÜMPER, 2000; FJELDAAS et al., 2011). Allerdings kommt es durch harte Betonböden, Betonkanten und punktueller Druckbelastung auf Spaltenböden eher zu Sohlenlederhautquetschungen und Weiße-Linie-Defekten (KÜMPER, 2000; FJELDAAS et al., 2011). Versieht man die Spaltenböden zusätzlich mit Gummiauflagen, verbessert dies signifikant die Klauengesundheit und vermindert den Anteil an klauenrehe-assoziierten Krankheiten (TELEZHENKO et al., 2009; FJELDAAS et al., 2011).

Herdengröße

Der Einfluss der Herdengröße auf die Klauengesundheit ist umstritten. Während KOSSAIBATI u. ESSLEMONT (2000) keinen signifikanten Einfluss der Herdengröße auf das Lahmheitsrisiko nachweisen können, beobachtet ALBAN (1995) mit zunehmender Tierzahl ein höheres Lahmheitsrisiko. Auch bei BARKER et al. (2009) stieg mit der Herdengröße das Risiko für Weiße-Linie-

Defekte. Dies kann auf vermehrte Interaktionen der Tiere zurückgeführt werden (GALINDO u. BROOM, 2000). Zudem reduziert eine zunehmende Automatisierung und Technisierung vieler Abläufe (Melkroboter, Fütterungsautomaten, automatische Entmistung, automatische Futtervorlage usw.) die Einzeltierbeobachtung, sodass eine Lahmheit erst spät erkannt wird (ALBAN, 1995).

2.2.2 Management und Klauenpflege

Die persönliche Motivation des Betriebsleiters und das damit verknüpfte Management kann die Klauengesundheit sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Allem voran steht das Bewusstsein um die Klauengesundheit und ihre Auswirkung für Tier und Produktion. Nicht selten unterschätzen Betriebsleiter die Lahmheitsprävalenz in ihrer Herde (WELLS et al., 1993b; WHAY et al., 2002; CHESTERTON, 2008). Neben Kenntnissen über den Haltungs- und Fütterungseinfluss auf die Klauengesundheit fällt auch dem Klauenpflege-Management besondere Bedeutung zu (BARKER et al., 2009).

Milchkühe, bei denen regelmäßig eine sachgemäße funktionelle Klauenpflege durchgeführt wird, weisen signifikant weniger Klauenläsionen auf (BERGSTEN et al., 1998). Sowohl in Anbinde- als auch in Laufstallhaltung tritt bei regelmäßiger Pflege (Ø alle sechs Monate) eine Verbesserung der Klauengesundheit ein (HUBER et al., 2004). FJELDAAS et al. (2006) konnten zwar ebenfalls eine Verbesserung der Klauengesundheit durch regelmäßige Klauenpflege in Anbindeställen feststellen (52,8 % Klauenläsionen ohne Klauenpflege; 39,9 % Klauenläsionen bei regelmäßiger Pflege), nicht jedoch im Laufstall. Hier brachte routinemäßiges Klauenschneiden nicht den gewünschten Effekt (68,9 % Klauenläsionen ohne Klauenpflege; 76,8 % Klauenläsionen bei regelmäßiger Pflege). Die Autoren vermuten, dass sich das Ergebnis auf die Tatsache zurückführen lässt, dass viele Klauenpfleger die Dorsalwand zu sehr kürzen und die Sohle für die Ansprüche im Laufstall zu dünn schleifen. Hier wird deutlich, dass unsachgemäße Klauenpflege auch einen Risikofaktor darstellen kann (LOGUE et al., 1998; HAGEN u. MÜLLING, 2012).

Regelmäßigkeit und der zeitliche Abstand zwischen zwei Klauenpflegemaßnahmen sind ebenfalls von Bedeutung. So stellte SOMERS (2004) bei einem Klauenpflegeintervall von über sieben Monaten im Laufstall vermehrt Dermatitis Digitalis, Dermatitis Interdigitalis und Ballenfäule fest. Geht die Regelmäßigkeit der Klauenpflege verloren, bleibt auch der präventive Effekt auf die Klauengesundheit auf der Strecke (FJELDAAS et al., 2006).

Wie wichtig die funktionelle Klauenpflege ist, zeigt auch eine Studie von SOGSTAD et al. (2007), in der sich die funktionelle Klauenpflege positiv auf die Milchleistung auswirkt. Kühe in der ersten Laktation gaben nach dem Klauenschneiden durchschnittlich 0,47 kg/d mehr Milch, Kühe in späteren Laktationen durchschnittlich 0,51 kg/d Milch mehr als noch vor dem Klauenschneiden.

2.2.3 Zucht und Genetik

Ein gesundes Fundament hat positive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit, Langlebigkeit, Nutzungsdauer und Lebensleistung der Milchkühe (DISTL, 1996). Management und Umwelt haben zwar weit größeren Einfluss auf die Klauengesundheit als die Genetik, ein erblicher Einfluss für Krankheiten des Fundaments, abnorme Klauenformen und Klauenhorneigenschaften ist jedoch sicher (DISTL, 1996; LOGUE et al., 1998; KOENIG et al., 2005; VAN DER LINDE et al., 2010; OBERBAUER et al., 2013) (Tabelle 2.5). So liegt die Heritabilität für Gliedmaßenstellung und Klauenform zwischen 0,02 und 0,30 und ist von großem Interesse für die Zuchtwertschätzung (DISTL, 1996; BOETTCHER et al., 1998; KOENIG et al., 2005; HARDER et al., 2006; LAURSEN et al., 2009; ZINK et al., 2011; WEBER et al., 2013).

Tabelle 2.5: Heritabilität (h^2) einzelner Klauenerkrankungen

SG = Sohlengeschwür, WLD = Weiße-Linie-Defekt, DD = Dermatitis Digitalis, DID = Dermatitis Interdigitalis, LI = Limax

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	SG	WLD	DD	DID	LI
KOENIG et al. (2005)	2003	Holstein Friesian	0,09	-	0,07	-	0,12
OBERBAUER et al. (2013)	2006 - 2009	k. A.	0,30	0,24	0,40	0,14	-
VAN DER LINDE et al. (2010)	2006 - 2009	Holstein Friesian	0,12	0,03	0,09	0,11	0,13

Rasse

Vergleichende Studien zeigen, dass rassebedingte Unterschiede bezüglich der Klauengesundheit bestehen. KUJALA et al. (2008; 2009; 2010) verglichen in den Jahren 2003 und 2004 die Klauengesundheit des Holstein Friesian Rindes (HF) mit der von Rindern der schottischen Rasse Ayrshire in Anbinde- und Laufstallhaltung. Unabhängig der Haltungsform waren Tiere der Rasse HF dreimal häufiger von einer Klauenerkrankung betroffen und wiesen deutlich mehr Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Defekte auf als Tiere der Rasse Ayrshire. Ähnliche Beobachtungen machten auch andere Autoren, die HF Kühe mit den Rassen Norwegisches Rotvieh, Schwedisches Rotvieh und Jersey verglichen. Auch hier war die Klauengesundheit der HF-Tiere signifikant schlechter als die der anderen Rassen (ANDERSSON u. LUNDSTROM, 1981; BAIRD et al., 2009; CHAWALA et al., 2011; DIAZLIRA et al., 2011). In der zugänglichen Literatur findet sich kein rassebezogener Vergleich der Klauengesundheit von HF-Kühen mit Tieren der Rasse Fleckvieh. Beobachtet man aber die bayrischen klauen- und gliedmaßenerkrankungsbedingten Abgänge aus dem Jahr 2012, so fällt auch hier auf, dass die Rasse HF mit 11,0 % vor allen anderen Rassen liegt (Braunvieh 10,8 %, Fleckvieh 9,3 %, Jersey 4,3 %) (LKV, 2013b).

Während BAIRD et al. (2009) den Unterschied auf das unterschiedliche Körpergewicht und somit auf unterschiedliches Gewicht pro Klauenfläche zurückführen, fanden BOETTCHER et al. (1998) eine

mittlere genetische Korrelation zwischen klinischer Lahmheit und der typischen „Milchkuh“-Körperform des HF-Rindes. Laut einer Studie von YAN et al. (2006) verwendeten HF-Kühe deutlich mehr Energie für die Milchproduktion und weniger Energie für die Erhaltung der Körperkondition als das Norwegische Rotvieh. Bei schlecht konditionierten Tieren verliert das Fettpolster im Ballen, das sogenannte Ballenkissen, seine Dämpfungsfunktion, da dessen Dicke positiv mit der Körperkondition korreliert (LOGUE u. MCGOVERN, 2004; RÄBER et al., 2004; RÄBER et al., 2006; BICALHO et al., 2009). Zudem fanden die Autoren YAN et al. (2006) bei identischer Ration bei den Tieren der Rasse HF eine höhere tägliche Energieaufnahme als beim Norwegischen Rotvieh, was wiederum das Klauenrehe-Risiko erhöhen kann.

2.2.4 Milchleistung

Laktationszahl

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien, die zeigen, dass ältere Kühe häufiger an einer Lahmheit erkranken als Erstlaktierende (GROEHN et al., 1992; WELLS et al., 1993a; BARKEMA et al., 1994; WARNICK et al., 2001; HIRST et al., 2002a; ESPEJO et al., 2006; BICALHO et al., 2007; FJELDAAS et al., 2011; OBERBAUER et al., 2013). Ältere Tiere sind zumeist größer und schwerer als jüngere, angebotene Liegeboxen sind daher nicht selten zu klein und die Stehzeiten der Tiere erhöhen sich (DIPPEL et al., 2009). Hohes Körpergewicht führt zudem zu höheren Belastungsspitzen der Klauen, was das Auftreten von Rusterholz'schen Sohlengeschwüren begünstigen kann (LISCHER u. OSSENT, 2001; HINTERHOFER et al., 2006). Auch durch die Rezidivgefahr früherer Gliedmaßenkrankungen wird das Lahmheits- oder Klauenkrankheitsrisiko für ältere Kühe erhöht (HIRST et al., 2002a).

Während HASKELL et al. (2006) und BICALHO et al. (2008) eine kontinuierliche Zunahme der Lahmheitsprävalenz über die Laktationen feststellten (Tab. 2.6), war dies bei ALBAN (1995) und RAJALA-SCHULTZ et al. (1999) nicht der Fall. ALBAN (1995) führt den Rückgang der Lahmheitsprävalenz in den Laktationen zwei und drei auf das Betriebsmanagement zurück und geht davon aus, dass klauenkranke Erstlingskühe verstärkt gemerzt werden.

Tabelle 2.6: Lahmheitsprävalenz nach Laktationsnummer (in %)

LN = Laktationsnummer

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Rasse	LN 1	LN 2	LN 3	LN 4	LN 5
ALBAN (1995)	1990 - 1991	Dänische Schwarz-/ Rotbunte, Jersey	7,4	5,8	6,3	9,5	
RAJALA-SCHULTZ et al. (1999)	1993 - 1994	Finnish Ayrshire	2,5	1,3	1,7	2,8	
HASKELL et al. (2006)	2000 - 2003	Holstein Friesian	12,0	22,0	27,0	25,0	38,0
BICALHO et al. (2008)	2004 - 2007	Holstein Friesian	10,3	24,5	34,0		

Die Art der Klauenerkrankungen verändert sich ebenfalls mit der Laktationszahl (Tab. 2.7 und Tab. 2.8). Während Klauenhornerkrankungen wie Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Defekte aufgrund eines höheren Körpergewichts und einer etwaigen veränderten Klauenform durch eine vorangegangene Klauenrehe oder vernachlässigte Klauenpflege häufiger bei älteren Kühen zu finden sind, scheinen Erstlaktierende vor allem von infektiösen Erkrankungen der Klauenhaut wie Dermatitis Digitalis betroffen zu sein (BLOWEY et al., 2004; SOMERS et al., 2005a; HOLZHAUER et al., 2006; ETTEMA et al., 2007; BARKER et al., 2009). Erklärt werden kann dies durch den infektiösen Charakter der Erkrankung, da der Stress, den Kalbung, Haltungs- und Fütterungsumstellung für meist rangniedere Erstlaktierende mit sich bringen, auch eine Immunsuppression nach sich ziehen kann (ZEMLIJC, 2002; BLOWEY et al., 2004).

Tabelle 2.7: Prävalenz von Sohlengeschwüren bei Milchkühen nach Laktationsnummer (in %)

LN = Laktationsnummer

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	LN 1	LN 2	LN 3	LN 4	LN 5
ENEVOLDSEN et al. (1990)	1978 - 1982	Dänische Schwarzbunte	20,0	23,5			
MANSKE et al. (2002a)	1996 - 1998	Schwedische Rotbunte, Holstein Friesian	2,6	2,1	1,5	1,1	1,6
ETTEMA et al. (2007)	2002 - 2003	Holstein Friesian	4,7	6,9			
HOLZHAUER et al. (2008b)	2002 - 2003	Holstein Friesian	3,4	3,7	4,8	7,9	12,8
BARKER et al. (2009)	2003 - 2004	Holstein Friesian	31,0	40,0	30,0	51,0	63,0
SANDERS et al. (2009)	2004 - 2007	k. A.	16,0	13,0	36,0		
OBERBAUER et al. (2013)	2006 - 2009	k. A.	0,2	0,6	0,9	3,3	
BICALHO et al. (2009)	2008	Holstein Friesian	4,2	27,8			

Tabelle 2.8: Prävalenz der Dermatitis Digitalis bei Milchkühen nach Laktationsnummer (in %)

LN = Laktationsnummer

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	LN 1	LN 2	LN 3	LN 4	LN 5
ENEVOLDSEN et al. (1990)	1978 - 1982	Dänische Schwarzbunte	4,5	7,6			
MANSKE et al. (2002a)	1996 - 1998	Holstein Friesian, Schwedische Rotbunte	17,0	15,0	9,3	5,1	5,0
YERUHAM et al. (2000)	k. A.	Milchvieh	25,0	18,0			
SOMERS et al. (2005b)	1999 - 2000	Holstein Friesian	31,5	21,2	29,1	19,6	
ETTEMA et al. (2007)	2002 - 2003	Holstein Friesian	23,3	21,3			
BARKER et al. (2009)	2003 - 2004	Holstein Friesian	46,0	42,0	27,0	38,0	44,0

Laktationsstadium (day in milk, DIM)

Ähnlich der Laktationszahl beeinflusst auch das Laktationsstadium die Klauengesundheit. Das Lahmheitsrisiko ist für Tiere in der Frühlaktation (≤ 100 DIM) am größten und nimmt über Mitt- (101 - 200 DIM) und Spätlaktation (> 200 DIM) ab (BARKEMA et al., 1994; HIRST et al., 2002b; BACH et al., 2007; CAPION et al., 2009; DIAZLIRA et al., 2011; OBERBAUER et al., 2013).

Die peripartale Immunsuppression begünstigt in der Frühlaktation das Auftreten von infektiösen Geschehen wie Dermatitis Digitalis und Dermatitis Interdigitalis (BLOWEY et al., 2004; SOMERS et al., 2005a; ETTEMA et al., 2007; HOLZHAUER et al., 2008a; DEFRAIN et al., 2011; OBERBAUER et al., 2013). Vermutlich wird in dieser Phase auch der Grundstein für nachfolgende Klauenkrankheiten wie Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Defekte gelegt: Besonders zu Beginn der Laktation reicht die Energieversorgung durch die Futtermittel oft nicht aus und die Tiere kommen in eine negative Energiebilanz. Damit einhergehende Prozesse wie Ketose und Lipomobilisationssyndrom tragen zur Pathogenese von Klauenrehe bei (VERMUNT u. GREENOUGH, 1994). Um einer energetischen Mangelsituation vorzubeugen, wird daher die Fütterung bei Einsetzen der Milchproduktion auf eine kraftfutterbetonte Ration umgestellt. Ein hoher Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten bei gleichzeitig geringem Rohfasergehalt der Ration erhöht jedoch das Risiko der Kuh, an einer Pansenazidose und in Folge dessen seinerseits an einer Klauenrehe zu erkranken (KLEEN et al., 2003). Das bei einer Klauenrehe produzierte minderwertigem Horn erreicht bei einer Sohlendicke von 10 - 15 mm und einem Hornwachstum von 5 mm pro Monat nach zwei Monaten die Oberfläche und erklärt so das hohe Aufkommen von Sohlengeschwüren und weiteren Klauenhorndefekten drei bis vier Monate nach dem Abkalben (MANSKE et al., 2002a; BLOWEY et al., 2004; HOLZHAUER et al., 2008b; BARKER et al., 2009; SANDERS et al., 2009; OBERBAUER et al., 2013). LOGUE et al. (1998) diagnostizierten 60 % aller Weißen-Linie-Defekte und Sohlengeschwüre bei Tieren um den 120. Laktationstag.

In der Spätlaktation sinkt das Risiko für Klauenerkrankungen. FJELDAAS et al. (2011) diagnostizierten mit steigenden DIM weniger Hämorrhagien der Sohle und auch in der Untersuchung von OBERBAUER et al. (2013) reduzierte sich in der Spätlaktation die Prävalenz der Weiße-Linie-Defekte. Die Zeit des Trockenstehens wurde von ihnen ebenfalls als risikoarm eingestuft. ESPEJO et al. (2006) stellten hingegen keinen Einfluss des Laktationsmonats auf das Auftreten von Lahmheiten fest.

Leistungsniveau

Besonders zu Beginn der Laktation kann eine hohe Milchleistung das Lahmheits- und Klauenkrankheitsrisiko erhöhen (BARKEMA et al., 1994; ALBAN, 1995; FOURICHON et al., 1999; GREEN et al., 2002; BIELFELDT et al., 2005; KOENIG et al., 2005; BICALHO et al., 2009).

Eine hohe Milchleistung zieht einen erhöhten Energiebedarf nach sich. Dieser Bedarf kann zum einen durch eine erhöhte Trockensubstanz-Aufnahme (TS), zum anderen durch eine Erhöhung der Energiedichte in der Ration gedeckt werden. Hohe TS-Aufnahmen erreichen nicht nur rasch ihre Kapazitätsgrenze, sondern sind gleichzeitig mit längeren Stehzeiten am Futtertisch verbunden, was sich negativ auf die Klauengesundheit auswirken kann (ENEVOLDSEN et al., 1990). Erhöht man die Energiedichte der Ration steigt das Risiko einer subakuten Pansenazidose, die eine Klauenrehe zur Folge haben kann (BICALHO et al., 2009).

Es ist also nicht weiter erstaunlich, dass Hochleistungskühe ein doppelt so hohes Erkrankungsrisiko haben wie niederleistende Tiere (DIAZLIRA et al., 2011). Vor allem Klauenhornkrankheiten wie Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Defekte nehmen mit steigender Milchleistung zu (FJELDAAS et al., 2006; AMORY et al., 2008), aber auch das Dermatitis Interdigitalis-Risiko erhöht sich signifikant (ALBAN u. AGGER, 1996). In Abbildung 2.3 sind die klauen- und gliedmaßenbedingten Abgänge bayrischer Milchkühe des Jahres 2012 in die einzelnen Leistungsklassen aufgeschlüsselt. Mit steigendem Herdendurchschnitt ist auch ein deutlicher Anstieg der Abgangszahlen zu erkennen. Übersteigt die durchschnittliche Herdenleistung die Grenze von 7500 kg Milch, sinkt die Zahl der klauen- und gliedmaßenbedingten Abgänge wieder. Ein Effekt, der vermutlich auf das verbesserte Herden- und Betriebsmanagement der Hochleistungsbetriebe zurückzuführen ist.

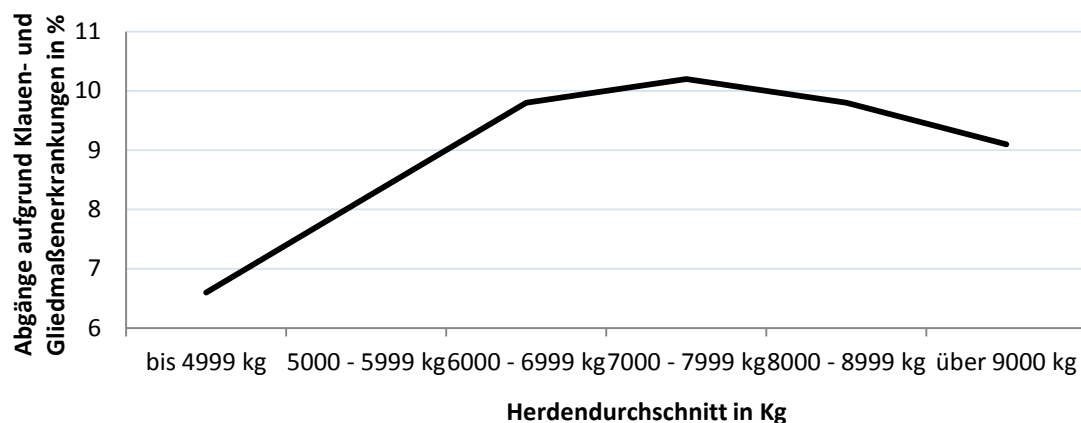


Abbildung 2.3: Klauen- und gliedmaßenbedingte Abgänge bayrischer Milchkühe 2012 in Abhängigkeit der Herdenmilchleistung (LKV, 2013b)

HASKELL et al. (2006), KUJALA et al. (2010), SANDERS et al. (2009) und auch OBERBAUER et al. (2013) konnten keinen Einfluss der Milchleistung auf Lahmheit und Klauengesundheit feststellen und halten diesen für überschätzt.

2.3 Bedeutung der Klauengesundheit für die Milchleistung

Kühe können die von ihnen geforderte Leistung nur dann erbringen, wenn sie gesund sind (GEYER u. LISCHER, 2000). Eine Lahmheit stellt, als Ausdruck akuter und chronischer Schmerzen, eine Stresssituation für den gesamten Organismus der Kuh dar (LAVEN et al., 2008; GARCIA et al., 2011). Vor allem durch Veränderungen des Liege-, Fress- und Sozialverhaltens beeinträchtigen Lahmheiten und Klauenerkrankungen maßgeblich das Wohlbefinden des Tieres und nehmen damit auch Einfluss auf die Produktionsleistung (HASSALL et al., 1993; SINGH et al., 1993; WHAY et al., 1997; STANEK, 2000; GALINDO u. BROOM, 2002; MARGERISON et al., 2002; BRINKMANN et al., 2004; BACH et al., 2007; BLOWEY, 2008; WALKER et al., 2008; CHAPINAL et al., 2010; BLACKIE et al., 2011; GOMEZ u. COOK, 2011; MCGOWAN et al., 2011; NAVARRO, 2011; PALMER et al., 2012; THOMSEN et al., 2012). Aus ökonomischem Blickwinkel betrachtet spielt die Milchleistung, zusammen mit einer guten Fruchtbarkeit und einer langen Lebensdauer, die größte Rolle in der Milchviehhaltung. Zur Beurteilung der Milchleistung einer Kuh werden vor allem die tägliche Milchleistung, die 100-Tage-Leistung, die 305-Tage-Leistung und die Lebensleistung herangezogen.

Die *tägliche Milchleistung* ist die von der Kuh am Prüftag produzierte Milch in kg. 2012 erreichte eine bayrische Fleckviehkuh im Durchschnitt eine Tagesleistung von 22,7 kg Milch (LKV, 2013b).

Die *100-Tage-Leistung* ist die Summe der erbrachten Tagesmilchmengen der ersten 100 Laktationstage, d.h. des ersten Laktationsdrittels. In dieser Laktationsphase ist die Milchleistung der Kuh am höchsten. Die durchschnittliche 100-Tage-Leistung bayrischer erstlaktierender Fleckviehkühe lag im Prüffahr 2012 bei 2.452 kg Milch (LKV, 2013b).

Die *305-Tage-Leistung* umfasst die Milchleistung einer Standardlaktation eines Tieres. Berechnet wird die Leistung ab dem Tag nach dem Kalben bis zum Ende des letzten Prüfzeitraumes der zugehörigen Laktation. Sie umfasst mindestens 250 Tage und erstreckt sich maximal bis zum Ablauf des 305. Laktationstages (RindZLpV, 2000). 2012 lag die durchschnittliche 305-Tage-Leistung bayrischer Fleckviehkühe bei 7.065 kg. Erstlaktierende Fleckviehkühe erreichten eine durchschnittliche 305-Tage-Leistung von 6.502 kg (LKV, 2013b).

Die *Lebensleistung* summiert die gesamte Milchmenge, die eine Kuh im Laufe ihres Lebens produziert. Da für eine wirtschaftliche Milcherzeugung Kühe benötigt werden, die ihre möglichst hohen Leistungen auch über einen möglichst langen Zeitraum erbringen, stellt die Lebensleistung einen wichtigen Faktor zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Milchkuh dar.

2.3.1 Einfluss der Klauengesundheit auf die tägliche Milchleistung

Der Effekt der Klauengesundheit auf die tägliche Milchleistung streut weit (Tab. 2.9 u. Tab. 2.10). Je nach Laktationszahl und Laktationsphase (DIM) kann es bei klauenkranken und/oder lahmen Tieren zu täglichen Milchverlusten von 1,5 kg bis zu 8,0 kg kommen (ENTING et al., 1997; RAJALA-SCHULTZ et al., 1999; YERUHAM et al., 2000; WARNICK et al., 2001; JUAREZ et al., 2003; MAIER, 2006; BACH et al., 2007; AMORY et al., 2008; BICALHO et al., 2008; BLACKIE et al., 2008; KÖNIG et al., 2008). Besonders für lahme Tiere in der ersten Laktationsphase ist eine signifikant niedrigere tägliche Leistung zu verzeichnen als für gesunde Vergleichstiere (MAIER, 2006).

Tabelle 2.9: Negative Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die tägliche Milchleistung

SG = Sohlengeschwür, LN = Laktationsnummer, LCS = Locomotion Score/Lahmheitsgrad, MLP = Milchleistungsprüfung

Autor	Daten- erhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Erkrankung	Effekt (kg Milch)	Anmerkung
RAJALA-SHULTZ et al. (1999)	1993 - 1994	Finnish Ayrshire	Lahmheit	- 1,5 bis - 2,8 kg	abhängig von LN
ENTING et al. (1997)	1997	Holstein Friesian	Lahmheit	- 3,3 kg	Abgangstiere
WARNICK et al. (2001)	1997 - 1998	Holstein Friesian	Lahmheit	- 2,6 kg	vor vs. nach Diagnose
JUAREZ et al. (2003)	2001	Holstein Friesian	Lahmheit	- 1,9 kg	pro LCS Grad Erhöhung
MAIER (2006)	2002	Holstein Friesian	Lahmheit	sign. geringer	-
AMORY et al. (2008)	2003 - 2004	k. A.	SG	- 1,5 bis - 2,7 kg	-
ONYIRO et al. (2008)	2003 - 2005	Holstein Friesian	Lahmheit	- 0,8 kg	LCS 4 (von 5)
MARGERISON et al. (2004)	k. A.	Holstein Friesian	Lahmheit	- 3,5 kg	-
BACH et al. (2007)	2004 - 2005	Holstein Friesian	Lahmheit	- 4,0 kg	-
BICALHO et al. (2008)	2004 - 2007	Holstein Friesian	Lahmheit	- 3,1 kg	MLP vor vs. nach Diagnose
KOENIG et al. (2008)	2005	Holstein Friesian	SG	- 2,9 kg	MLP vor vs. nach Diagnose
BLACKIE et al. (2008)	2007	Holstein Friesian	Lahmheit	- 8,0 kg	für LCS = 3
READER et al. (2011a)	k. A.	k. A.	Lahmheit	- 1,6 kg	LCS = 3 vs. LCS = 1

Sohlengeschwüre scheinen zu stärkeren Milchleistungsabfällen zu führen als digitale oder interdigitale Dermatitiden (WARNICK et al., 2001; BACH et al., 2007; ORGEL, 2010). Neben der Art der diagnostizierten Klauenerkrankung wird die tägliche Milchleistung vor allem aber durch den Grad der resultierenden Lahmheit beeinflusst (JUAREZ et al., 2003; ORGEL, 2010; READER et al., 2011b). So sinkt die tägliche Milchleistung mit zunehmendem Lahmheitsgrad ab (JUAREZ et al., 2003). READER et al. (2011b) ermitteln für Tiere der Lahmheitsklasse 2 (deutliche Lahmheit) durchschnittlich 0,7 kg weniger Milch/Tag verglichen mit Kühen der Lahmheitsklasse 1 (leichte Lahmheit). Erreichen die Tiere die Lahmheitsklasse 3 (schwere Lahmheit), steigt der tägliche Milchverlust auf durchschnittlich

1,6 kg Milch/Tag. Schwere Klauenläsionen und deutliche Lahmheiten sind mit Schmerzen beim Abliege- und Aufstehvorgang assoziiert, sodass betroffene Tiere das Abliegen vermeiden (CHAPLIN et al., 2000; GOMEZ u. COOK, 2011). Die dadurch bedingte Verkürzung der Liegezeit kann sich negativ auf die tägliche Milchmenge auswirken. Bei höheren Lahmheitsgraden sinkt zudem die Trockenmasseaufnahme, die reduzierte Futteraufnahme führt schlussendlich zu einer negativen Energiebilanz (BAREILLE et al., 2003; MARGERISON et al., 2004; BACH et al., 2007; GONZALES et al., 2008; PALMER et al., 2012). So konnten CALDERON u. COOK (2011) bei mittel- und hochgradiger Lahmheit eine signifikant höhere Konzentration an β -Hydroxybutyrat im Blut messen (1.037 bis 1.291 $\mu\text{mol/l}$), im Vergleich zu nicht-lahmen (551 bis 824 $\mu\text{mol/l}$) oder nur geringgradig lahmen Tieren (560 bis 834 $\mu\text{mol/l}$).

MARGERISON et al. (2004) stellten bei lahmen Kühen eine signifikant kürzere Melkdauer pro Melkung fest, was ebenfalls darauf hindeutet, dass klauenkranke Tiere Teile ihres Potentials ihrer täglichen Milchleistung einbüßen. Eine vorstellbare Erklärung hierfür liegt in einer reduzierten Oxytocinausschüttung, die durch eine schmerzbedingte Freisetzung von Stresshormonen verursacht wird (MARGERISON et al., 2004).

Andere Autoren hingegen berichten vor allem bei geringgradig lahmen Tieren von einer signifikant höheren täglichen Milchmenge (DELUYKER et al., 1991; ORGEL, 2010; READER et al., 2011a) (Tab. 2.10).

Tabelle 2.10: Positive Auswirkungen einer Lahmheit auf die tägliche Milchleistung

LCS = Locomotion Score/Lahmheitsgrad, d = Tag, DIM = Laktationstag (day in milk)

Autor	Daten- erhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Erkrankung	Effekt (kg Milch)	Anmerkung
DELUYKER et al. (1991)	1986 -1987	Holstein Friesian	Lahmheit	sign. höher	Lahmheit in DIM 0-49
ORGEL (2010)	2005 - 2007	Holstein Friesian	Lahmheit	+2,2 kg/d	2. Laktationsmonat; LCS>1 vs. LCS=1
READER et al. (2011a)	k. A.	k. A.	Lahmheit	sign. höher	LCS=1 vs. LCS=0/2/3

Bei READER et al. (2011b) fallen Tiere der Lahmheitsklasse 1 durch höhere Milchleistung als lahmheitsfreie Tiere auf und auch bei ORGEL (2010) erhöhen leichte Lahmheiten, besonders bei pluriparen Tieren, die tägliche Milchleistung. Leichte Lahmheiten führen noch zu keiner Beeinträchtigung der Futteraufnahme und damit auch zu keiner Beeinträchtigung der Energiebilanz (BACH et al., 2007). Es verändert sich jedoch das Sozialverhalten der Tiere, die Liegedauer erhöht sich signifikant, was sich wiederum positiv auf die Milchbildung auswirken kann und so den positiven Effekt leichter Lahmheiten auf die Milchleistung erklären würde (HASSALL et al., 1993; SINGH et al., 1993; GALINDO u. BROOM, 2002; BLOWEY, 2008; WALKER et al., 2008; CHAPINAL et al., 2010; REITER, 2010; BLACKIE et al., 2011; NAVARRO, 2011; THOMSEN et al., 2012).

Für Lahmheiten innerhalb der ersten 49 Tage post partum stellen auch DELUYKER et al. (1991) höhere Milchleistungen fest. Sie ermittelten jedoch bei lahmen Tieren bereits zu Beginn der Laktation eine durchschnittlich 1,7 kg höhere Leistung als bei nicht lahmen. Dies bekräftigt die Vermutung, dass Tiere mit hoher Milchleistung durch höhere Futteraufnahmen, längere Stehzeiten am Futtertisch und höherem Pansenazidose-Risiko schlicht einem höheren Lahmheitsrisiko ausgesetzt sind. Ähnliche Beobachtungen machten auch GREEN et al. (2002). Hier hatten lahme Tiere vor dem Auftreten der Lahmheit im Durchschnitt eine um 1,12 kg höhere Milchleistung als nicht lahme Tiere.

Die beschriebene Milchleistungsdepression betrifft nicht nur die Zeitspanne der sichtbaren Klauenerkrankung und/oder Lahmheit, sondern tritt je nach Art und Schweregrad bereits viel früher auf und hält nicht selten bis zum Ende der jeweiligen Laktation an. So stellten AMORY et al. (2008) bereits drei Monate vor der Diagnose Sohlengeschwür einen Einbruch in der Milchleistung fest. Als mögliche Erklärung kommt eine nicht diagnostizierte subklinische Klauenrehe in Frage, die zu einem Milchleistungsabfall führt und als deren sichtbare Folge erst einige Zeit später Sohlengeschwüre auftreten. Werden hingegen keine Klauenerkrankungen sondern Lahmheiten erfasst, so findet man unterschiedliche Angaben in der Literatur: Während GREEN et al. (2002) ebenfalls bereits vier Monate vor einer erkennbaren Lahmheit einen Milchleistungseinbruch feststellen, beobachteten ARCHER et al. (2010) zehn Tage vor dem Auftreten der Lahmheit keinen negativen Einfluss selbiger auf die Milchleistung. Es stellt sich hier die Frage nach einer möglichen Grunderkrankung, die im Vorfeld einen Milchleistungsrückgang verschulden könnte, jedoch durch das instinktive Verhalten der Kuh lange unentdeckt bleibt (O'CALLAGHAN et al., 2003). Diese Grunderkrankung kann, muss aber nicht zwingend im Bereich der Klaue angesiedelt sein. So kann der schleichende Prozess einer Klauenkrankheit aber auch eine andere Erkrankung, bspw. eine Ketose, einen Milchleistungsrückgang bewirken und gleichzeitig das Risiko für Klauenkrankheiten erhöhen, die erst später im zeitlichen Verlauf auftreten.

Betrachtet man den Zeitraum nach der Feststellung der Lahmheit, so differieren auch hier die Literaturangaben stark. In einer Studie von COULON et al. (1996) hatten 19 % der klauenkranken Tiere spätestens fünf Wochen nach Diagnose und Behandlung wieder ihr ursprüngliches Milchleistungsniveau erreicht, während im Gegensatz dazu die Reduktion bei GREEN et al. (2002) nach Lahmheitsdiagnose noch bis zu fünf Monate anhielt. Die schwankenden Angaben können sicher durch Art und Schweregrad der Erkrankung sowie deren Therapieerfolg erklärt werden. LANDMANN (2008) ist der Meinung, dass lahme Tiere trotz Behandlung das Leistungsniveau einer gesunden Kuh in der jeweiligen Laktation nicht mehr erreichen.

2.3.2 Einfluss der Klauengesundheit auf die 100-Tage-Leistung

Die 100-Tage-Leistung wird in der Literatur, verglichen mit den anderen Milchleistungsparametern, selten für die Frage des Einflusses von Lahmheit und Klauenerkrankungen auf die Milchleistung verwendet (Tab. 2.11 u. Tab. 2.12). Die nicht klar abzugrenzende Interpretation einer mit Lahmheit und Klauenerkrankungen verknüpften veränderten 100-Tage-Leistung könnte der Grund hierfür sein. Zwar kann erwartet werden, dass die starke Milchproduktion der ersten 100 Tage p.p. deutlich und sensibel auf Einflüsse wie Lahmheit und Klauenkrankheiten reagiert, jedoch beeinflusst eine hohe Milchleistung zu Beginn der Laktation die Klauengesundheit auch selbst (BARKEMA et al., 1994; BIELFELDT et al., 2005; BICALHO et al., 2009). Wenn BARKEMA et al. (1994) für lahme Kühe eine höhere 100-Tagesleistung als für nicht lahme ermitteln (verglichen mit der vorangegangenen Laktation), könnte das für einen positiven Einfluss einer Lahmheit (durch längere Liegezeiten, weniger Aktivität) sprechen. Es ist jedoch viel wahrscheinlicher, dass Hochleistungskühe in den ersten 100 Tagen p.p. einem höheren Klauenkrankheitsrisiko ausgesetzt sind als Tiere mit durchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Leistung.

DELUYKER et al. (1991) verglichen Tiere, die innerhalb der ersten 49 Laktationstage lahm gingen, mit nicht lahmen Tieren. Bis zum Zeitpunkt der Diagnose verzeichneten sie für die lahmen Tiere eine durchschnittlich höhere Milchleistung, nach der Diagnose fiel die Milchleistung der lahmen Tiere deutlich ab. Diese Aussage bekräftigt die Vermutung, dass sich hohe Einsatzleistung und Klauengesundheit wechselseitig beeinflussen. Die Autoren konnten keinen signifikanten Unterschied in der von ihnen ermittelten 119-Tage-Leistung feststellen, da sich die hohe Leistung zu Beginn der Laktation und der Verlust durch die eingetretene Lahmheit schlussendlich gegenseitig aufhoben und sich so kein signifikanter Unterschied zu Kühen mit mittlerer, aber konstanter Milchleistung ergab.

Tabelle 2.11: Negative Auswirkungen einer Lahmheit auf die 100-Tage-Leistung

LN = Laktationsnummer, LCS = Locomotion Score/Lahmheitsgrad, DIM = Laktationstag (day in milk)

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Erkrankung	Effekt (kg Milch)	Anmerkung
HEUER et al. (1999)	1999	k. A.	Lahmheit	- 107 kg	Lahm vs. nicht lahm
ORGEL (2010)	2005 - 2007	Holstein Friesian	Lahmheit	- 200 kg	LN = 1, LCS > 2 und lahm DIM = 120

Tabelle 2.12: Positive Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die 100-Tage-Leistung

SG = Sohlengeschwür, LN = Laktationsnummer, LCS = Locomotion Score/Lahmheitsgrad

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Erkrankung	Effekt (kg Milch)	Anmerkung
BARKEMA et al. (1994)	1988 - 1991	Holstein Friesian	SG	+ 77 kg	-
ORGEL (2010)	2005 - 2007	Holstein Friesian	Lahmheit	sign. höher	LN > 1, LCS > 1 vs. LCS = 1

2.3.3 Einfluss der Klauengesundheit auf die 305-Tage-Leistung

Summiert man die tägliche Milchmenge zur Standardlaktation (min. 250 Laktationstage, max. 305 Laktationstage) auf, so muss bei einem Lahmheitsfall im Durchschnitt mit Verlusten von ca. 160 - 590 kg Milch je Standardlaktation gerechnet werden (TRANTER u. MORRIS, 1991; COULON et al., 1996; FOURICHON et al., 1999; GREEN et al., 2002; HERNANDEZ et al., 2005; ARCHER et al., 2010) (Tab. 2.13). Bedingt durch ein erhöhtes Klauenkrankheitsrisiko bei älteren Tieren (höheres Körpergewicht, größerer Rahmen, Rezidivrisiko bei früherer Klauenerkrankung) und einer meist höheren Milchleistung, konnten WARNICK et al. (2001) den größten Rückgang der Milchleistung im Lahmheitsfall bei Kühen ab der zweiten Laktation feststellen. Im Gegensatz dazu zeigten diese Kühe bei RAJALA-SCHULTZ et al. (1999) und ORGEL (2010) weniger starke klauengesundheitsbedingte Milchleistungsschwankungen als Erstlaktierende. Vermutlich ist dies auf eine Positivselektion klauengesünderer Tiere zurückzuführen, da lahrende Erstlaktierende eher abgehen als pluripare Tiere (BOOTH et al., 2004).

Tabelle 2.13: Negative Auswirkungen einer Lahmheit auf die 305-Tage-Leistung

LN = Laktationsnummer, LCS = Locomotion Score/Lahmheitsgrad, DIM = Laktationstag (day in milk)

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Effekt (kg Milch)	Auftreten der Lahmheit	Anmerkung
TRANTER u. MORRIS (1991)	k. A.	k. A.	- 229 kg	-	-
RAJALA-SCHULTZ et al. (1999)	1993 - 1994	Finnish Ayrshire	- 311 kg	DIM 52	LN 1
COULON et al. (1996)	k. A.	Holstein Friesian, HF x Montbeliard	- 440 kg - 270 kg	Frühlaktation Mittlaktation	red. Leistung >5 Wo
GREEN et al. (2002)	1997 - 1999	Holstein Friesian	- 160 bis - 550 kg	-	-
HERNANDEZ et al. (2005)	1997 - 1998	Holstein Friesian	- 874 kg	-	LN 2, hgr.lahm
BICALHO et al. (2008)	2004 - 2006	Holstein Friesian	- 424 kg	Ø DIM 101	-
CRAMER (2008)	2004 - 2005	Milchvieh	- 425 kg - 590 kg	- -	LCS 3 LCS 4
SINGH (2008)	2006	Karan Friesian	- 499 kg	DIM 0 - 30	-
ARCHER et al. (2010)	2008 - 2009	Holstein Friesian, HF x Montbeliard	- 351 kg	DIM 0 - 30	4 Wochen lahm, LCS ≥3

Neben dem Schweregrad der verursachenden Lahmheit, Art und Anzahl der Klauenkrankheiten hat vor allem der Zeitpunkt des Auftretens innerhalb der Laktation eine besondere Bedeutung für die Auswirkung einer Klauenerkrankung auf die 305-Tage-Leistung. Klauenerkrankungen, die in der Frühlaktation, also noch vor dem Erreichen des Laktationspeaks auftreten, fallen deutlich stärker ins Gewicht als Klauenkrankheiten, die in der Mitt- oder Spätlaktation diagnostiziert und behandelt werden (DELUYKER et al., 1991; SINGH, 2008; ARCHER et al, 2010). Eine Klauenerkrankung im ersten

Laktationsdrittel führt zu einem Einbruch vor oder zum Zeitpunkt der höchsten Leistung, und lässt die Kuh ihr mögliches Milchleistungspotential nicht ausschöpfen (Abb. 2.4).

Zu einem späteren Zeitpunkt erreichen die Verluste nicht mehr diese Dimension. Bei abnehmender Milchleistung sind Verluste der täglichen Milchmenge geringer, ebenso wie die Auswirkungen auf den Verlauf der Laktation, da sich diese dem Ende neigt (DELUYKER et al., 1991).

Gering ist der Einfluss von Klauenerkrankungen, die in der Trockenstehperiode, also zwischen zwei Laktationen auftreten. So konnten MACHADO et al. (2010) bei zum Zeitpunkt des Trockenstehens diagnostizierten Sohlengeschwüren und Weiße-Linie-Defekten keinen signifikanten Einfluss auf die tägliche Milchleistung der nachfolgenden Laktation feststellen.

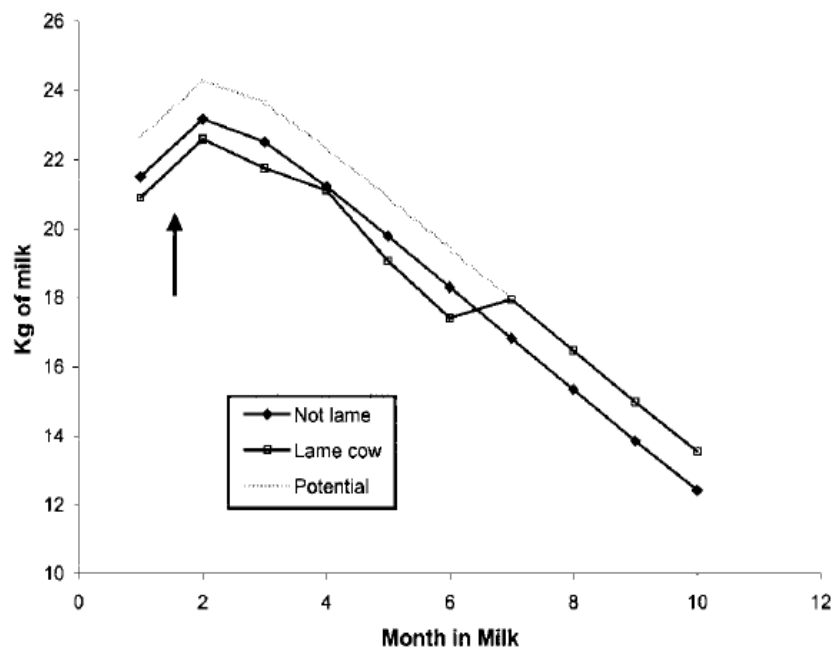


Abbildung 2.4: Laktationskurve bei einer Lahmheitsdiagnose (Pfeil) im 2. Laktationsmonat (GREEN et al., 2002)

Die gepunktete Kurve zeigt das von den Autoren geschätzte mögliche Potential der lahmen Kuh, wäre die Lahmheit ausgeblieben.

Die reduzierte 305-Tage Leistung kommt neben schlechteren täglichen Leistungen auch durch eine verkürzte Laktationsdauer zustande (LUCEY et al., 1986). In einer Studie von TRANTER u. MORRIS (1991) war die Laktation lahmer Kühe um ungefähr 12 Tage kürzer als die nicht lahmer Vergleichstiere. Allein durch diese Verkürzung errechneten die Autoren einen Verlust von 79 kg Milch.

Auch über den positiven Einfluss einer Lahmheit auf die Standardlaktationsleistung wird berichtet (DELUYKER et al., 1991; HULTGREN et al., 2004) (Tab. 2.14). Dieser ist vermutlich durch die wechselseitige Beeinflussung von hoher (Einsatz-)Leistung und Klauengesundheit zu erklären. MAIER (2006) konnte keinen Einfluss einer Lahmheit auf die 305-Tage-Leistung feststellen.

Tabelle 2.14: Positive Auswirkungen einer Klauenerkrankung oder Lahmheit auf die 305-Tage-Leistung

SG = Sohlengeschwür; DIM = Laktationstag (day in milk)

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Untersuchte Rasse	Erkrankung	Effekt	Auftreten der Lahmheit
DELUYKER et al. (1991)	1986 - 1987	Holstein Friesian	Lahmheit	+ 6,3 %	DIM 1 - 5
				+ 5,0 %	bis DIM 21
HULTGREN et al. (2004)	1996 - 1998	Schwedisch Holstein Schwedisch Rot-Weiß	SG	+ 479 kg	DIM 60-180

2.3.4 Einfluss der Klauengesundheit auf die Lebensleistung

Lahmheiten und Klauenerkrankungen verringern nicht nur durch eine veränderte tägliche Milchleistung eine verkürzte Laktationsdauer und somit auch einer veränderten Laktationsleistung die Lebensleistung des jeweiligen Tieres, sondern beeinflussen mit der Entscheidung zum Abgang auch dessen Nutzungsdauer (CRAMER, 2008).

Einfluss der Klauengesundheit auf die Entscheidung zum Abgang

Neben verringerter Fruchtbarkeit, geringer Milchleistung oder Problemen der Eutergesundheit erhöht auch eine Lahmheit das Abgangsrisiko (BICALHO et al., 2007; Cramer 2008). Aktuelle Abgangszahlen des LANDESKURATORIUM BAYERN E.V. (2013b) zufolge rangieren „Erkrankungen von Klauen und Gliedmaßen“ mit 9,7 % aller abgegangenen bayrischen Milchrinder 2012 auf Rang vier aller Abgangsursachen. Zum Vergleich: 1972 berichtete das Landeskuratorium noch von 3,1 % (Tab. 2.15 u. Abb. 2.5). Mit einem durchschnittlichen Abgangsalter von 5,5 Jahren gehen zudem die meisten Milchkühe in Bayern noch vor ihrem physiologischen Leistungshöhepunkt ab, der laut ROFFEIS (2008) erst in der 4. Laktation erreicht wird.

Tabelle 2.15: Abgangsursachen bayrischer Milchkühe 2012 (LKV, 2013b)

Ursache	%
Unfruchtbarkeit	24,2
Euterkrankheit	16,3
Geringe Leistung	10,0
Klauen und Gliedmaßen	9,7
Hohes Alter	8,7
Stoffwechselkrankheit	2,5
Schlechte Melkbarkeit	2,0
Verkauf zur Zucht/Nutzung	1,8
Infektionskrankheit	0,8
Sonstige Ursachen	25,7
Abgänge gesamt (Anzahl)	302.304

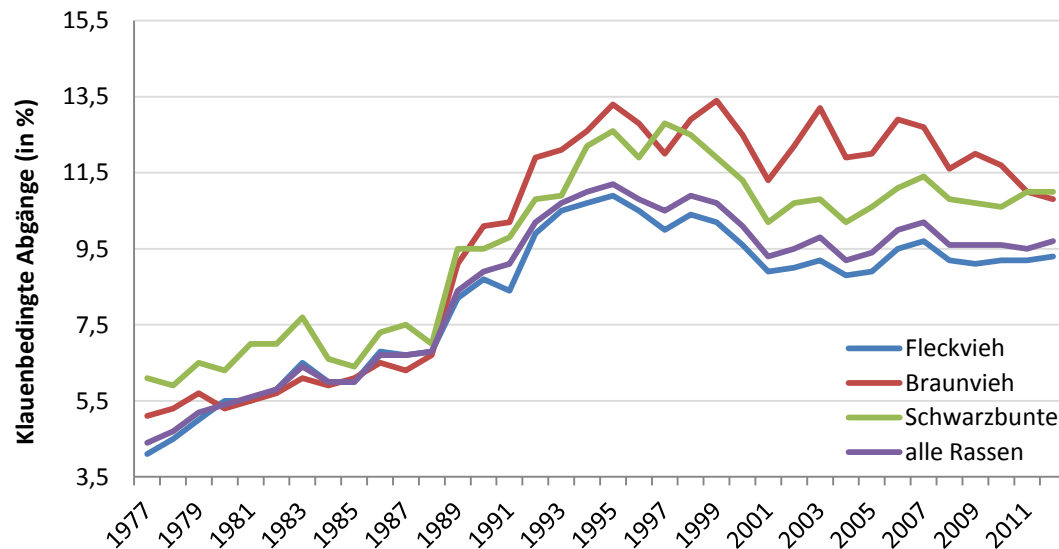


Abbildung 2.5: Anteil klauenbedingter Abgänge in Bayern von 1977 - 2012 (LKV, 2013a)

COLLICK et al. (1989) berichten von 5 % abgegangenen nicht-lahmen im Gegensatz zu 16 % abgegangenen lahmen Tieren. Auch MACHADO et al. (2010) konnten für Kühe mit Sohlengeschwüren und/oder Weiße-Linie-Defekten ein 1,7 mal höheres Abgangsrisiko nachweisen. Ganz entscheidend für den Entschluss zur Abschaffung eines lahmen Tieres ist laut BOOTH et al. (2004) der Zeitpunkt, an dem die Lahmheit auftritt. Während Kühe, die in der ersten Laktationshälfte lahm gehen, eine geringere Chance auf ein Verbleiben in der Herde haben, hat eine sehr späte Lahmheit (>240 DIM) kaum Einfluss auf einen möglichen Abgang des Tieres, da gegen Ende der Laktation die bevorstehende Geburt des Kalbes in den Vordergrund rückt. Vor allem bei der Rasse Fleckvieh wird der Erlös der Milchkuh nicht nur durch die erbrachte Milchleistung, sondern auch durch den Verkauf der Kälber generiert. Bei einem aktuellen Preis von 3,50 €/kg Lebendmasse erzielen männliche Fleckviehkälber im Durchschnitt einen Erlös von ca. 350 - 500 € (LKV, 2013b). Eine Lahmheit in der ersten Hälfte der Laktation bringt hingegen neben Verlusten in der Milchleistung auch eine reduzierte Fruchtbarkeit mit sich. So sinkt die Konzeptionsrate für lahme Tiere durch verringerte Zyklusaktivität, die Anzahl der nötigen Besamungen steigt und die Entscheidung zum Abgang fällt leichter (COLLICK et al., 1989; FOURICHON et al., 2000; HERNANDEZ et al., 2000; HERNANDEZ et al., 2001; MELENDEZ et al., 2003; GARBARINO et al., 2004; WIEDENHÖFT, 2005; BICALHO et al., 2007; MORRIS et al., 2009; MACHADO et al., 2010; GANDAHU u. CHEN, 2011; ALAWNEH et al., 2011).

3 Material und Methoden

3.1 Betriebe

Die Datenerhebung wurde in Zusammenarbeit mit der Höchstädter Klauenpflege GmbH durchgeführt. 35 Betriebe wurden nach folgende Kriterien ausgewählt:

- Leitrasse Fleckvieh
- Betriebsgröße von mindestens 20 Kühen
- Anbinde- oder Laufstallhaltung der Milchkühe
- regelmäßige funktionelle Klauenpflege mindestens alle sechs Monate (Laufstall)
bzw. mindestens alle 12 Monate (Anbindestall)
- Teilnahme an der Milchleistungsprüfung seit mindestens 16 Monaten



Durch die Kooperation mit der Höchstädter Klauenpflege GmbH lagen alle Betriebe im Großraum Augsburg bzw. in den Regierungsbezirken Schwaben, Mittelfranken und Oberbayern im Bundesland Bayern (siehe Abb. 3.1). 14 Betriebe hielten ihre Milchkühe in Boxenlaufställen, 21 Betriebe in Anbindehaltung.

Abbildung 3.1: Lokale Verteilung der teilnehmenden Betriebe

Blau: Betriebe mit Laufstallhaltung

Rot: Betriebe mit Anbindehaltung

Laufstallbetriebe

Zum Untersuchungszeitpunkt wurden im Durchschnitt 73 Milchkühe (45 - 113 Kühe) je Herde gehalten. Die Lauffläche war in 86 % aller untersuchten Laufställe ein Vollspaltenboden und die Liegefläche durch Hoch- und/oder Tiefboxen gestaltet. In über der Hälfte aller Ställe waren zum Zeitpunkt der Klauenpflege mehr Tiere eingestallt als Liegeboxen vorhanden waren. Gefüttert wurde in allen Laufstallbetrieben eine Teil-TMR mit zusätzlicher Kraftfuttermenge je nach Milchmenge.

Trockenstehende Tiere wurden fast überall separiert, lediglich in zwei Laufstallbetrieben verblieben diese in der Herde. Die mittlere Herdenleistung der Laufstallbetriebe lag zum Untersuchungszeitpunkt bei 7734 kg Milch/Jahr (7165 kg bis 9568 kg Milch). Detaillierte Informationen zu den einzelnen Betrieben sind der Tabelle A.3.1 des Anhangs zu entnehmen.

Betriebe mit Anbindehaltung

In den Betrieben mit Anbindehaltung betrug die Herdengröße im Mittel 44 Milchkühe (21 - 94 Tiere). In allen Betrieben standen die Tiere auf Gummimatten, die wahlweise mit Kalk, Häckselstroh, Sägemehl oder Langstroh bestreut waren. Lediglich der kleinste Betrieb ermöglichte trockenstehenden Tieren Weidegang. In knapp der Hälfte der Betriebe wurde eine Teil-TMR oder eine Voll-TMR gefüttert, die restlichen Betriebe arbeiteten mit getrennter Futtervorlage. Die mittlere Herdenleistung lag bei 7472 kg Milch/Jahr und reichte in den einzelnen Betrieben von 6458 kg bis 9150 kg Milch. Eine nähere Beschreibung der Betriebe mit Anbindehaltung gibt Tabelle A.3.2.

3.2 Tiere

Es wurde bei insgesamt 1435 Fleckviehkühen eine funktionelle Klauenpflege durchgeführt und deren Klauen beurteilt, davon wurden 766 Tiere (53 %) in einem Laufstall gehalten, 669 Tiere (47 %) in Anbindehaltung. Die mittlere Laktationsnummer der Laufstalltiere lag bei 2,6, die der Tiere in Anbindung bei 2,3. Die detaillierte Verteilung auf die einzelnen Laktationsgruppen ist Tabelle 3.1 zu entnehmen.

Tabelle 3.1: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Laktationsnummer zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

LN = Laktationsnummer

Laktations- nummer	Gesamt		Laufstall		Anbindestall	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
LN 1	521	36,31	267	18,61	254	17,70
LN 2	334	23,28	162	11,29	172	11,99
LN 3	250	17,42	130	9,06	120	8,36
LN 3+	330	23,00	207	14,43	123	8,57
Gesamt	1435	100,00	766	53,38	669	46,62

Zum Zeitpunkt der Diagnosestellung befanden sich die Tiere in unterschiedlichen Phasen der Laktation. Anhand der Laktationstage (DIM) zum Untersuchungszeitpunkt wurden vier Gruppen gebildet, die DIM-Verteilung zeigt Tabelle 3.2.

Tabelle 3.2: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt

Zeitpunkt d. Diagnose	Gesamt		Laufstall		Anbindestall	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
DIM 0 - 60	236	16,45	120	8,36	116	8,08
DIM 61 - 120	229	15,96	122	8,50	107	7,46
DIM 121 - 240	438	30,52	233	16,24	205	14,29
DIM > 240	532	37,07	291	20,28	241	16,79
Gesamt	1435	100,00	766	53,38	669	46,62

1062 Kühe (74 %) schlossen die Standardlaktation ab. Das Milchleistungsniveau der 575 Laufstalltiere lag mit durchschnittlich rund 7347 kg tendenziell höher als das der 487 Tiere aus Anbindehaltung (7036 kg) (Tab. 3.3).

Tabelle 3.3: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Gesamtpopulation nach Leistungsklassen

Ø Laktationsleistung (kg)	Gesamt		Laufstall		Anbindestall	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
< 6500	327	30,79	165	15,54	162	15,25
6500 - 8000	418	39,36	216	20,34	202	19,02
> 8000	317	29,85	194	18,27	123	11,58
Gesamt	1062	100,00	575	54,14	487	45,86

373 untersuchte Tiere verließen vor dem Beenden ihrer Standardlaktation den Betrieb, sie wurden daher von der statistischen Auswertung zum Einfluss der Klauengesundheit auf die Milchleistung ausgeschlossen.

3.3 Datenerhebung

3.3.1 Erfassung der Klauengesundheit

Die Erhebung der Klauenbefunde fand vom 27.01.2012 bis 29.08.2012 im Rahmen der funktionellen Klauenpflege statt. Diese wurden von geprüften Klauenpflegern der Höchststädter Klauenpflege GmbH anhand des 5-Punkte-Schemas nach Toussaint Raven (1989) durchgeführt (Tab. 3.4). Für die Klauenpflege vorgesehenen Tiere wurden dazu in einem hydraulischen Durchtreibestand fixiert.

Tabelle 3.4: 5-Punkte-Schema der funktionellen Klauenpflege nach RAVEN (1989)

VGLM = Vordergliedmaße, HGLM = Hintergliedmaße

Punkt	Arbeitsschritt	Anmerkung
1	Korrektur der Innenklaue der HGLM bzw. Außenklauen der VGLM (kleinere Klaue)	Kürzen auf eine Länge von 7,5 cm und Sohlendicke von 0,5 cm
2	Partnerklaue (größere Klaue) anpassen	Plane Fußungsfläche senkrecht zur Röhrbeinachse
3	Anbringen der Hohlkehlung, Kontrolle des Zwischenklauenspaltes	ca. 1/3 der Sohlenbreite, axialer Tragrand bleibt bestehen

Fortsetzung Tabelle 3.4 : 5-Punkte-Schema der funktionellen Klauenpflege nach RAVEN (1989)

VGLM = Vordergliedmaße, HGLM = Hintergliedmaße

Punkt	Arbeitsschritt	Anmerkung
4	Kontrolle und Entlastung von Farbabweichungen und Defekten	Nachschneiden und Freilegen der Läsion, Abtragen von unterminiertem Horn
5	Entfernung von loseem Horn, kürzen der Afterklauen	v.a. Übergang harter zu weicher Ballen

Die therapeutischen Maßnahmen bestanden aus Entlastung der Defekte durch Nachschneiden und/oder Anbringen eines Klotzes auf der gesunden Partnerklaue, wenn nötig wurde ein Schutzverband angelegt. Bei Beeinträchtigung tiefer gelegener Strukturen oder verschlechtertem Allgemeinbefinden wurde zu einer Überweisung an den Hoftierarzt geraten.

Die Dokumentation der Befunde jeder Klaue erfolgte nach einem Schlüssel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) zusammen mit der Ohrmarkennummer des jeweiligen Tieres handschriftlich auf einem Protokollbogen (Tab. A.3.3 im Anhang).

3.3.2 Erfassung der Milchleistungsdaten

Die Milchleistungsdaten wurden im Rahmen der Milchleistungsprüfungen (MLP) durch das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV) erhoben. 11 mal jährlich wird hierbei nach den Normen des Internationalen Komitees für Leistungsprüfungen in der Tierproduktion (ICAR) von jedem gemolkenen Tier das Gemelk erfasst und eine Gesamtmilchprobe durch den Milchprüfing Bayern e.V. auf Fett-, Eiweiß-, Zellzahl- und Harnstoffgehalt analysiert.

3.4 Datenaufbereitung

3.4.1 Tierstammdaten

Neben den MLP-Daten wurden folgende Daten vom LKV zur Verfügung gestellt:

- Durchschnittliche Herdenleistung des jeweiligen Betriebes
- Laktationsnummer des Tieres
- Datum der letzten Abkalbung des Tieres

Für die statistische Auswertung wurden die Betriebe anhand ihrer durchschnittlichen Herdenleistung in Herdenklassen eingeteilt (Tab. 3.5).

Tab. 3.5: Einteilung der Betriebe nach ihrer durchschnittlichen Herdenleistung

Herdeniveau - Gruppe	Herdenleistung (\bar{x})
1	< 6500 kg
2	6500 - 7500 kg
3	> 7500 kg

3.4.2 Klauengesundheitsdaten

Die Klauenbefunde (Diagnose, Grad, Lokalisation) wurden mithilfe eines Diagnoseschlüssels in die Tiergesundheitsdatenbank des LKV eingegeben.

Für jedes Tier wurden im Anschluss folgende Parameter ermittelt:

- Klauenerkrankung(en) mit Schweregrad und Lokalisation auf Klauenebene
- Klauenerkrankung(en) auf Tierebene (Tier von Erkrankung betroffen ja/nein)
- Anzahl der festgestellten Klauendiagnosen zum Zeitpunkt der Klauenpflege
- Mittlerer Schweregrad (mittl. SG) zum Zeitpunkt der Klauenpflege

$$\text{mittl. SG} = \frac{\sum \text{Schweregrade aller festgestellten Klauenerkrankungen des Tieres}}{\text{Anzahl der gestellten Klauendiagnosen des Tieres}}$$

- Maximaler Schweregrad (max. SG) zum Zeitpunkt der Klauenpflege

$$\text{max. SG} = \text{höchster Schweregrad aller festgestellten Klauenerkrankungen des Tieres}$$

- Anzahl der an einer festgestellten Klauenerkrankung betroffenen Gliedmaßen zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Um Klauenkrankheiten zusammenfassend nach ihren Ursachenkomplexen zu betrachten, wurden zusätzlich die zwei Krankheitsgruppen Klauenhornkrankheiten und Klauenhautkrankheiten gebildet und die Tiere diesen zugeordnet (Tab. 3.6). Tiere, die von Krankheiten beider Komplexe betroffen waren, wurden zu beiden Gruppen gezählt.

Tabelle 3.6: Für die Untersuchung gebildete Krankheitsgruppen nach Lokalisation der Klauenerkrankung

Krankheitsgruppe	Abk.	Zusammengefasste Klauenkrankheiten
Krankheiten des Klauenhorns	HORN	Rehe, Weiße-Linie-Defekt, Wanddefekt, Doppelsohle, Steingalle, Rusterholz'sches Sohlengeschwür, Sohlengeschwür atypischer Lokalisation, Sohlenspitzeneschwür, Hornspalt
Krankheiten der Klauenhaut	HAUT	Dermatitis Digitalis, Ballenfäule, Limax, Dermatitis Interdigitalis, Phlegmone

3.4.3 Milchleistungsdaten

Es wurden nur Tiere in die statistische Auswertung zum Einfluss der Klauengesundheit auf die Milchleistung einbezogen, die die Standardlaktation abgeschlossen hatten und deren Milchleistungsdaten vollständig vorlagen. Nach Zuordnung der Laktationszahl (1, 2, 3, 3+) wurde jedes Tier anhand der Laktationstage zum Untersuchungszeitpunkt in eine Laktationsphasengruppe (1 - 4, Tab. 3.2) eingeteilt.

Die Parameter zur Beurteilung der Milchleistung wurden vom LKV Bayern zur Verfügung gestellt. Für jedes Tier wurde herangezogen:

- Standardlaktationsleistung (305-Tage-Leistung; in kg Milch)
- 100-Tage-Leistung (in kg Milch)

Bei der statistischen Auswertung zum Einfluss der Klauengesundheit auf die 100-Tage-Leistung wurden nur die Tiere einbezogen, die sich zum Zeitpunkt der Beurteilung zwischen dem 0 und 120. Laktationstag befanden. Da davon ausgegangen wurde, dass eine Klauenerkrankung bereits vor ihrer Diagnose Einfluss auf die Milchleistung nehmen kann, schien der Einschluss der Tiere, die sich zum Zeitpunkt der Beurteilung zwischen dem 101- und 120. Laktationstag befanden, gerechtfertigt.

3.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden zunächst im Kalkulationsprogramm Office EXCEL® (Version 2007, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) dokumentiert. Die weitere Aufbereitung und statistischen Berechnungen erfolgten mit SAS® (Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA).

Für die statistische Auswertung wurde mittels der Prozedur GLM eine multivariable Varianzanalyse durchgeführt. Die erfassten Klauen- und Milchleistungsparameter bildeten hierbei die abhängigen Variablen, mögliche Einflussfaktoren die unabhängigen Variablen.

Dabei ergaben sich folgende Modelle:

Für die Auswertung der Klauengesundheitsparameter:

$$W_j = \alpha + \beta_x X_j + \beta_z Z_j + \beta_u U_j + \beta_v V_j + e$$

W_j = Klauengesundheitsparameter der Kuh j

α = Achsenabschnitt (Intercept)

$\beta_{x/z/u/v}$ = Regressionskoeffizienten für $X_j / Z_j / U_j / V_j$

X_j = Herdenniveau des Betriebes der Kuh j

Z_j = Haltungsform der Kuh j

U_j = Laktationsnummer der Kuh j zum Zeitpunkt der Klauenpflege

V_j = Laktationstag der Kuh j zum Zeitpunkt der Klauenpflege

e = Residuum

Für die Auswertung der Milchleistungsparameter:

$$y_j = \alpha + \beta_x X_j + \beta_z Z_j + \beta_u U_j + \beta_v V_j + \beta_w W_j + e$$

y = Milchleistungsparameter für Kuh j

α = Achsenabschnitt (Intercept)

$\beta_{x/z/u/v/w}$ = Regressionskoeffizienten für $X_j / Z_j / U_j / V_j / W_j$

X_j = Herdenniveau des Betriebes der Kuh j

Z_j = Haltungsform der Kuh j

U_j = Laktationsnummer der Kuh j zum Zeitpunkt der Klauenpflege

V_j = Laktationstag der Kuh j zum Zeitpunkt der Klauenpflege

W_j = Klauengesundheitsparameter der Kuh j

e = Residuum

Es fand eine manuelle Rückwärtss Selektion der einzelnen Variablen statt, ausschlaggebend war eine errechnete Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 % ($p < 0,05$).

Während bei der statistischen Auswertung zum Einfluss der Klauengesundheit auf die Milchleistung die einzelnen Regressionskoeffizienten der unabhängigen Variablen angegeben wurden, beschränkte man sich bei der Auswertung zur allgemeinen Klauengesundheit und der Auswertung zur Laktationsnummer und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung auf die Angaben der einzelnen Wahrscheinlichkeiten.

Für die Berechnung des mittleren Schweregrades auf Tierebene und der Mittelwerte einzelner Untersuchungsgruppen wurde das arithmetische Mittel verwendet.

Es wurde auf signifikante Gruppendifferenzen getestet, die Ergebnisse der statistischen Verfahren galten als gesichert (signifikant), wenn die errechnete Wahrscheinlichkeit unter 5 % lag ($p < 0,05$).

3 Ergebnisse

3.1 Klauengesundheit und der Einfluss des Haltungssystems

Insgesamt gingen 1435 Kühe der Rasse Fleckvieh in die Statistik zum Thema Klauengesundheit und Haltungssystem ein. Davon wurden 766 Tiere (53,4 %) in einem Laufstall gehalten, 669 Tiere (46,6 %) in Anbindung.

3.1.1 Klauengesundheitsstatus

Betrachtet man den Klauengesundheitsstatus unabhängig von Art, Schweregrad und Anzahl der festgestellten Klauenbefunde pro Tier, so fällt auf, dass nur 1/3 aller Tiere der Gruppe „klauengesund“ zugeordnet werden konnten, während rund 2/3 aller Tiere mindestens einen Klauenbefund aufwiesen und als „klauenkrank“ eingestuft wurden. Dieses Ungleichgewicht war bei Laufstalltieren ausgeprägter als bei Tieren in Anbindehaltung (79,6 % bzw. 62,6 %, Tab. 4.1).

Tabelle 4.1: Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere

n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation

p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede

Klauenstatus	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
	n	%	n	%	n	%	
Gesund	406	28,29	156	20,37	250	37,37	<0,0001
Krank	1029	71,71	610	79,63	419	62,63	
Gesamt	1435	100,00	766	100,00	669	100,00	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

3.1.2 Verteilung einzelner Klauenkrankheiten

Betrachtung der Klauenebene

Insgesamt wurden 2487 klauenassoziierte Diagnosen dokumentiert, 1535 an den Klauen der Laufstalltiere, 943 an den Klauen der Tiere in Anbindehaltung. Es dominierten, unabhängig von der Haltungsform, die Diagnosen Klauenrehe und Weiße-Linie-Defekt. Während im Laufstall jedoch an dritter Stelle die Dermatitis Digitalis folgte, war es im Anbindestall die Steingalle (Tab. A.4.2). Bis auf die Erkrankungen Doppelsohle, Sohlenspitzeneschwür und Ballenfäule unterschied sich die Anzahl an gestellten Diagnosen der restlichen Klauenerkrankungen signifikant zwischen den beiden Haltungssystemen (Abb. 4.1 u. Abb. 4.2, sowie Tab. A.4.1 u. Tab. A.4.2 im Anhang).

Im Anbindestall wurden signifikant häufiger Erkrankungen des Klauenhorns, wie Klauenrehe, Weiße-Linie-Defekt, Rusterholz'sches Sohlengeschwür, Steingalle und Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation festgestellt als im Laufstall (Abb. 4.1, Tab. A.4.1). Einzig die Klauenhornerkrankung Wanddefekt trat signifikant öfter im Laufstall auf. Für die Diagnosen Steingalle und Sohlenspitzenengeschwür fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Insgesamt betrafen im Anbindestall 90,9 % aller gestellten Diagnosen das Klauenhorn, im Laufstall 75,0 %.

Für Krankheiten der Klauenhaut stellte sich ein umgekehrtes Bild dar. So wurden die Diagnosen Dermatitis Digitalis, Limax und Dermatitis Interdigitalis signifikant öfter bei Laufstalltieren beobachtet (Abb. 4.2, Tab. A.4.2). Während insgesamt 9,1 % aller Diagnosen im Anbindestall Erkrankungen der Klauenhaut betrafen, war die Zahl im Laufstall mit 25,0 % aller Diagnosen fast dreimal so hoch. Die Diagnose Ballenfäule wurde in beiden Haltungssystemen ähnlich häufig gestellt.

Betrachtung der Tierebene

Mit Ausnahme der Diagnosen Steingalle und Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation bestanden auch innerhalb der Krankheitsprävalenzen signifikante Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Haltungssystemen Lauf- und Anbindestall. Die Abbildungen 4.3 und 4.4 geben die Prävalenzen einzelner Klauenkrankheiten wieder, d.h. den Prozentsatz der von der jeweiligen Krankheit betroffenen Tiere, unabhängig von der Anzahl der erkrankten Gliedmaßen und dem Schweregrad. Rund 15 % der Tiere (23 % der Laufstall-, 6 % der Anbindestallgruppe) wiesen sowohl eine Erkrankung des Klauenhorns als auch eine Erkrankung der Klauenhaut auf, sie wurden jeweils zu beiden Krankheitsgruppen gezählt.

Mit Ausnahme des Rusterholz'schen Sohlengeschwürs, das vermehrt bei Tieren im Anbindestall auftrat, war die Prävalenz aller erhobenen Klauenkrankheiten unter Laufstalltieren deutlich höher als bei Tieren in Anbindung. Besonders deutlich fiel der Unterschied bei der Dermatitis-Digitalis-Prävalenz ins Auge. Während 24,5 % der Laufstalltiere betroffen waren, wiesen nur 3,3 % der Tiere in Anbindehaltung diesbezüglich eine Veränderung auf.

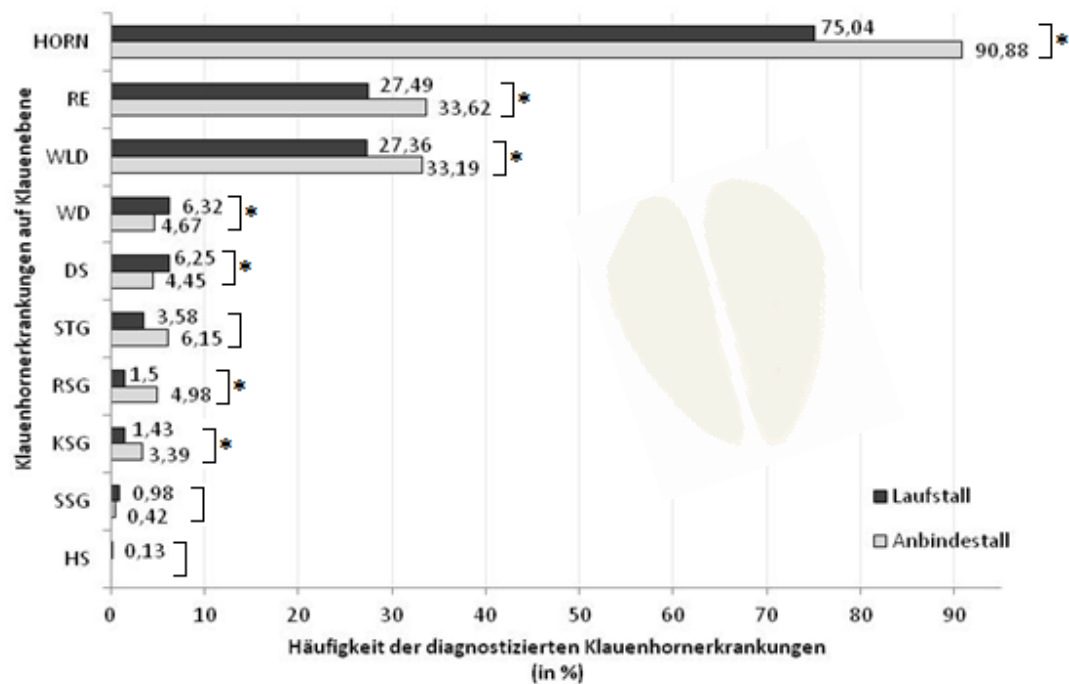


Abbildung 4.1: Prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Klauenebene in Lauf- und Anbindestall (Laufstall n = 1152; Anbindestall n = 857)

RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzen-geschwür, HS = Hornspalt, * = signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

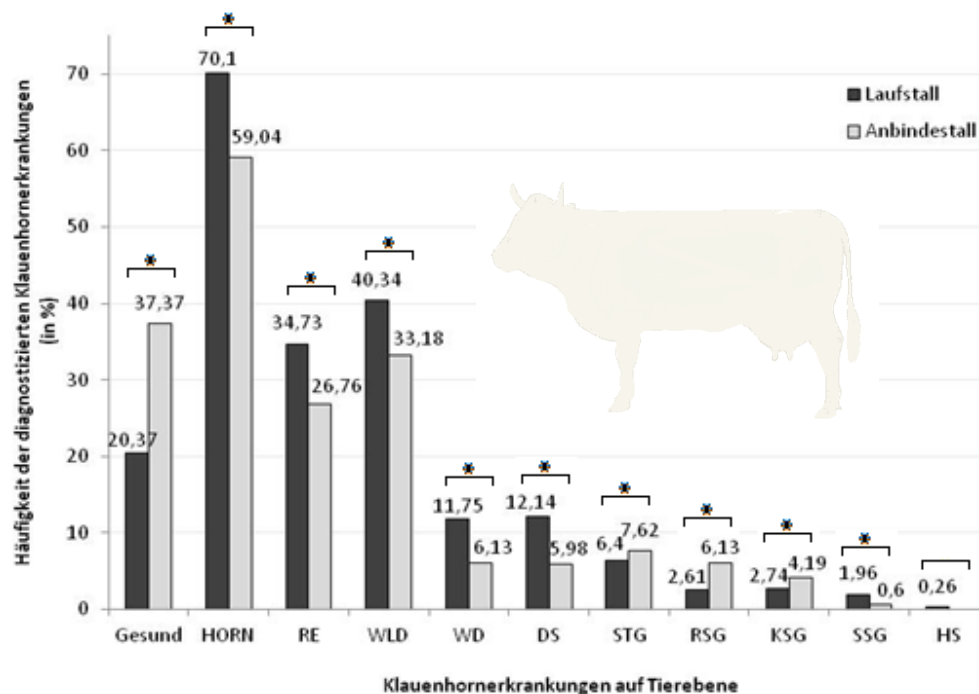


Abbildung 4.2: Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Tierebene in Lauf- und Anbindestall (Laufstall n = 537; Anbindestall = 395)

RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlen-geschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzen-geschwür, HS = Hornspalt, * = signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

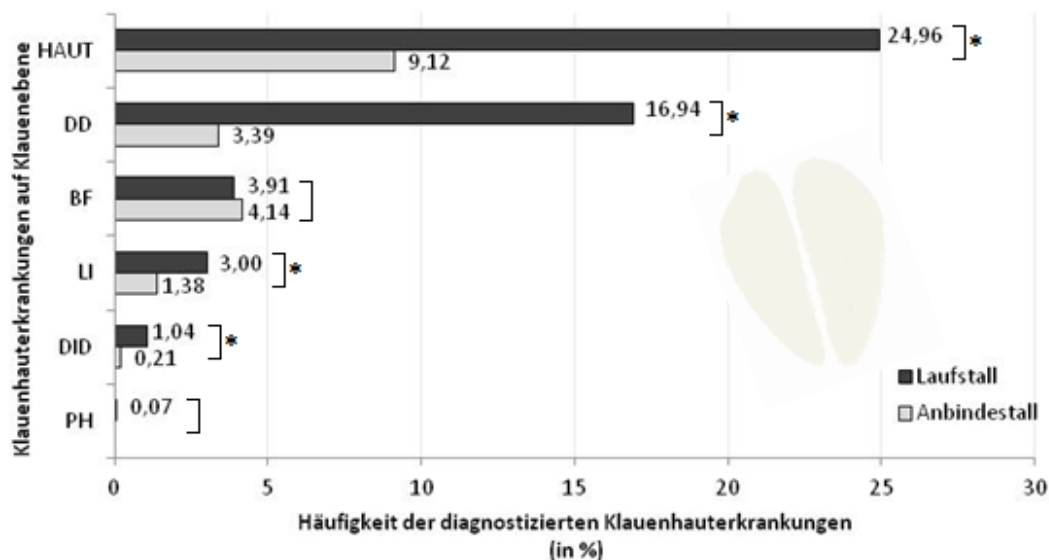


Abbildung 4.3: Prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Klauenebene in Lauf- und Anbindestall (Laufstall n = 383; Anbindestall n = 86)

% = Anteil an der Gesamtdiagnosenzahl der jeweiligen Haltungsgruppe, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmona Interdigitalis, * = signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

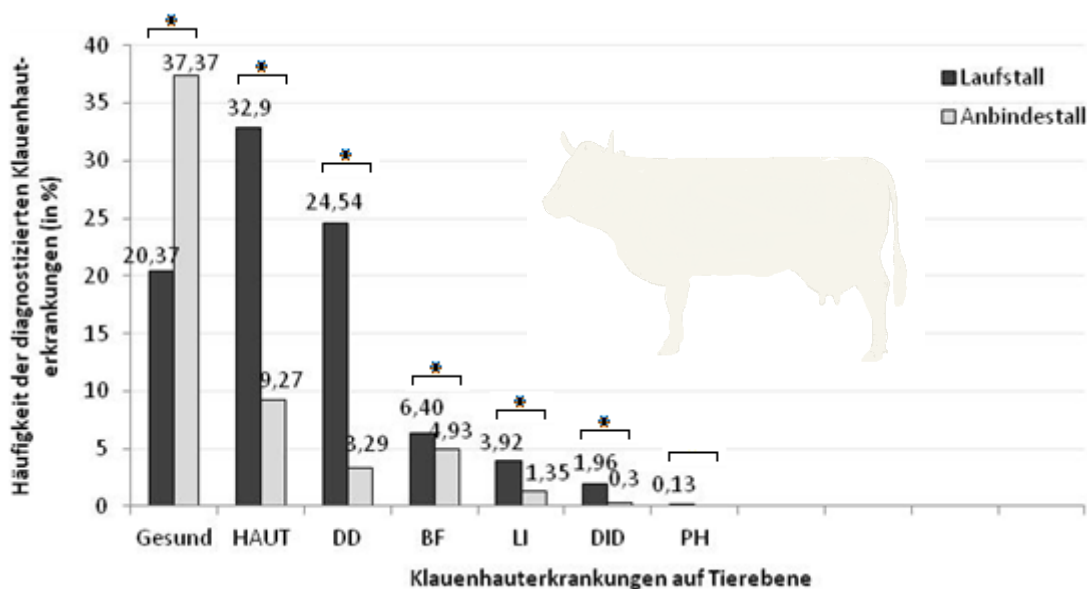


Abbildung 4.4: Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Tierebene in Lauf- und Anbindestall (Laufstall = 252, Anbindestall = 62)

% = Anteil an der Gesamtdiagnosenzahl der jeweiligen Haltungsgruppe, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmona Interdigitalis, * = signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

3.1.3 Anzahl Diagnosen pro Tier

Insgesamt wurden 2478 klauenassoziierte Diagnosen gestellt, 1535 im Laufstall und 943 bei Tieren in Anbindehaltung. Für insgesamt 714 Tiere (49,7 %) konnte mehr als ein Befund an einer oder mehreren Klauen festgehalten werden, maximal wurden 9 Klauenbefunde an einem Tier dokumentiert (Tab. 4.2). Die mittlere Anzahl der Diagnosen pro Kuh aller klauenkranken Tiere lag bei 2,41 Diagnosen (Tab. 4.3). Im Laufstall wurden signifikant mehr Diagnosen pro Kuh festgestellt ($p = 0,0120$).

Tabelle 4.2: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Anzahl an Klauendiagnosen pro Kuh aller klauenkranken Tiere

n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,
p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für einzelne Anzahlen pro Tier sowie für deren Gesamtverteilung

Anzahl der Diagnosen	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert *	
	n	%	n	%	n	%		
1	315	30,61	167	27,38	148	35,32	0,0324	0,0120
2	317	30,81	188	30,82	129	30,79	0,9033	
3	193	18,76	121	19,84	72	17,18	0,6793	
4	119	11,56	74	12,13	45	10,74	0,5987	
5	49	4,76	36	5,90	13	3,10	0,0158	
6	28	2,72	19	3,11	9	2,15	0,6264	
7	4	0,39	2	0,33	2	0,48	0,4945	
8	3	0,29	2	0,33	1	0,24	0,6424	
9	1	0,10	1	0,16	0	0,00	-	
Gesamt Tiere	1029	100,00	610	100,00	419	100,00	-	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.3: Mittlere Anzahl an Klauendiagnosen pro Tier aller klauenkranken Tiere

n = Gesamttierzahl, SD = Standardabweichung

Anzahl der Diagnosen	n	Mittelwert	SD
Gesamt	1029	2,41	1,38
Laufstall	610	2,52	1,42
Anbindestall	419	2,25	1,31

Konnte mehr als eine Klauenerkrankung diagnostiziert werden, war auch die Kombination der Klauenkrankheiten von Interesse. Das Krankheitsbild Klauenrehe war im Laufstall oft mit einer Doppelsohle oder mit einem Defekt der Weißen Linie vergesellschaftet. Im Anbindestall trat häufig die Ballenfäule in Kombination mit einem Sohlengeschwür (Rusterholz'sches Sohlengeschwür oder Klauensohlengeschwür) auf (Tab. A.4.5 u. A.4.6).

3.1.4 Schweregrad

3.1.4.1 Verteilung der Schweregrade aller Diagnosen

Die 2478 diagnostizierten Klauenerkrankungen wurden nach DLG-Schema gemäß ihrem Schweregrad in die Klassen 1 (geringgradig), 2 (mittelgradig) und 3 (hochgradig) eingeteilt, wobei der Anteil an Klasse 3 mit 5,7 % sehr gering war (Tab. 4.4). Ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der einzelnen Schweregrade aller Klauenkrankheiten und dem mittleren Schweregrad pro Tier bestand nicht zwischen beiden Haltungssystemen (Tab. 4.4 u. Tab. 4.5).

Tabelle 4.4: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der Schweregrade der diagnostizierten Diagnosen auf Klauenebene

n = absolute Zahlen der gestellten Diagnosen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für einzelne Schweregrade sowie für deren Gesamtverteilung

Schweregrad	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert *	
	n	%	n	%	n	%		
1	1751	70,66	1069	69,64	682	72,32	0,5141	0,2005
2	585	23,61	362	23,58	223	23,65	0,7168	
3	142	5,73	104	6,78	38	4,03	0,0522	
Gesamt	2478	100,00	1535	100,00	943	100,00	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.5: Mittlerer Schweregrad aller gestellten Diagnosen auf Klauenebene

n = Diagnosenzahl, SD = Standardabweichung

Schweregrad	n	Mittelwert	SD
Gesamt	2478	1,35	0,59
Laufstall	1535	1,37	0,61
Anbindestall	943	1,32	0,55

Die Verteilung der Schweregrade einzelner Klauenerkrankungen ist den Tabellen 4.6 und 4.7 zu entnehmen und in Abbildung A.4.1. und A.4.2 veranschaulicht. Vergleicht man die Verteilung der Schweregrade für jede einzelne Krankheit zwischen den beiden Haltungssystemen, so kann nur für den Weiße-Linie-Defekt ($p = 0,0311$) eine signifikant unterschiedliche Verteilung der Schweregrade festgestellt werden. Betrachtet man die Häufigkeiten der einzelnen Schweregrade für die jeweilige Klauenerkrankung einzeln, so konnte nur für die Klauenrehe (Schweregrad 3) und das Klauensohlengeschwür (Schweregrad 2) signifikante Unterschiede zwischen Laufstalltieren und Tieren in Anbindehaltung beobachtet werden (Tab. 4.6).

Tabelle 4.6: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Haltungsform

n = absolute Diagnosenzahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,
Horn = Summe aller Klauenhornkrankheiten, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt,
DS = Doppelsohle, STG = Stein-galle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür
atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzen-geschwür, HS = Hornspalt,
p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für
einzelne Schweregrade sowie für deren Gesamtverteilung

Diagnose		Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*		
		n	%	n	%	n	%			
HORN	Gesamt	2009	100,00	1152	100,00	857	100,00	-		
	Grad 1	1497	74,51	868	75,35	629	73,40	0,1446	0,1330	
	Grad 2	442	22,00	245	21,27	197	22,99	0,2439		
	Grad 3	70	3,48	39	3,39	31	3,62	0,4043		
Klauenhornkrankheiten	RE	Gesamt	739	100,00	422	100,00	317	100,00	-	
		Grad 1	603	81,60	347	82,23	256	80,76	0,4419	0,1933
		Grad 2	129	17,46	74	17,54	55	17,35	0,8937	
		Grad 3	7	0,95	1	0,24	6	1,89	0,0106	
	WLD	Gesamt	733	100,00	420	100,00	313	100,00	-	
		Grad 1	583	79,54	347	82,62	236	75,40	0,0552	0,0311
		Grad 2	136	18,55	68	16,19	68	21,73	0,1536	
		Grad 3	14	1,91	5	1,19	9	2,88	0,1097	
	WD	Gesamt	141	100,00	97	100,00	44	100,00	-	
		Grad 1	87	61,70	60	61,86	27	61,36	0,3983	0,4968
		Grad 2	43	30,50	29	29,90	14	31,82	0,4049	
		Grad 3	11	7,80	8	8,25	3	6,82	0,9166	
	DS	Gesamt	138	100,00	96	100,00	42	100,00	-	
		Grad 1	70	50,72	49	51,04	21	50,00	0,6833	0,5014
		Grad 2	58	42,03	40	41,67	18	42,86	0,9815	
		Grad 3	10	7,25	7	7,29	3	7,14	0,3981	
	STG	Gesamt	113	100,00	55	100,00	58	100,00	-	
		Grad 1	80	70,80	36	65,45	44	75,86	0,8104	0,6817
		Grad 2	27	23,89	15	27,27	12	20,69	0,9616	
		Grad 3	6	5,31	4	7,27	2	3,45	0,5712	
	RSG	Gesamt	70	100,00	23	100,00	47	100,00	-	
		Grad 1	34	48,57	9	39,13	25	53,19	0,1209	0,1617
		Grad 2	24	34,29	8	34,78	16	34,04	0,2860	
		Grad 3	12	17,14	6	26,09	6	12,77	0,4415	
	KSG	Gesamt	54	100,00	22	100,00	32	100,00	-	
		Grad 1	29	53,70	13	59,09	16	50,00	0,2636	0,9462
		Grad 2	17	31,48	3	13,64	14	43,75	0,0090	
		Grad 3	8	14,81	6	27,27	2	6,25	0,0738	
	SSG	Gesamt	19	100,00	15	100,00	4	100,00	-	
		Grad 1	11	57,89	7	46,67	4	100,00	0,2328	0,3170
		Grad 2	7	36,84	7	46,67	0	-	0,2448	
		Grad 3	1	5,26	1	6,67	0	-	0,7291	

Fortsetzung Tabelle 4.6: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit vom Haltungssystem

Diagnose			Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*	
			n	%	n	%	n	%		
HS	Gesamt		2	100,00	2	100,00	0	100,00	-	-
	Grad 1		0	-	0	-	0	-	-	
	Grad 2		1	50,00	1	50,00	0	-	-	
	Grad 3		1	50,00	1	50,00	0	-	-	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.7: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Haltungsform

n = absolute Diagnosenzahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, Haut = Summe aller Krankheiten der Klauenhaut, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmone, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für einzelne Schweregrade sowie für deren Gesamtverteilung

Diagnose			Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert *	
			n	%	n	%	n	%		
HAUT	Gesamt		469	100,00	383	100,00	86	100,00	-	0,4544
	Grad 1		254	54,16	201	52,48	53	61,63	0,5632	
	Grad 2		143	30,49	117	30,55	26	30,23	0,9547	
	Grad 3		72	15,35	65	16,97	7	8,14	0,4663	
Klauenhautkrankheiten	DD	Gesamt	292	100,00	260	100,00	32	100,00	-	0,6085
		Grad 1	145	49,66	127	48,85	18	56,25	0,6860	
		Grad 2	84	28,77	75	28,85	9	28,13	0,9949	
		Grad 3	63	21,58	58	22,31	5	15,63	0,6178	
	BF	Gesamt	99	100,00	60	100,00	39	100,00	-	0,1335
		Grad 1	69	69,70	44	73,33	25	64,10	0,1335	
		Grad 2	30	30,30	16	26,67	14	35,90	0,1335	
		Grad 3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	
	LI	Gesamt	59	100,00	46	100,00	13	100,00	-	0,5103
		Grad 1	30	50,85	21	45,65	9	69,23	0,3401	
		Grad 2	21	35,59	19	41,30	2	15,38	0,3185	
		Grad 3	8	13,56	6	13,04	2	15,38	0,9835	
	DID	Gesamt	18	100,00	16	100,00	2	100,00	-	0,6757
		Grad 1	9	50,00	8	50,00	1	50,00	0,6456	
		Grad 2	8	44,44	7	43,75	1	50,00	0,6785	
		Grad 3	1	5,56	1	6,25	0	-	0,9817	
	PH	Gesamt	1	100,00	1	100,00	0	100,00	-	-
		Grad 1	1	100,00	1	100,00	0	-	-	
		Grad 2	0	-	0	-	0	-	-	
		Grad 3	0	-	0	-	0	-	-	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Laufstalltiere hatten insgesamt zwar mehr Defekte, diese waren durchschnittlich aber geringgradiger ausgeprägt als die der Tiere in Anbindung. Die Abbildungen A.4.3 und A.4.4 setzen Schweregrade und Krankheitsprävalenz der jeweiligen Klauenerkrankung ins Verhältnis.

3.1.4.2 Mittlerer Schweregrad pro Tier

Bei insgesamt 714 Tieren (49,7 %) wurden mehrere Klauenerkrankungen diagnostiziert, die z.T. verschiedene Schweregrade aufwiesen. Daher wurde für jedes Tier der mittlere Schweregrad berechnet, der neben dem Schweregrad der Erkrankungen auch die Anzahl der gestellten Diagnosen pro Tier enthält. War das Tier nur von einer Klauenerkrankung betroffen, entsprach der mittlere Schweregrad dem Schweregrad der diagnostizierten Erkrankung. Fast die Hälfte der untersuchten Tiere wies einen mittleren Schweregrad von 1,00 auf, d.h. alle ihre diagnostizierten Klauenerkrankungen waren im Schweregrad 1 ausgeprägt. Nur 2,53 % der Tiere hatten mit 2,51 bis 3,00 einen sehr hohen mittleren Schweregrad (Tab. 4.8). Für den mittleren Schweregrad pro Tier bestand ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Haltungssystemen, Laufstalltiere waren im Mittel schwerer betroffen als Tiere in Anbindehaltung (Tab. 4.9).

Tabelle 4.8: Häufigkeit und prozentuale Verteilung des mittleren Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere

n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für einzelne mittlere Schweregrade sowie für deren Gesamtverteilung

Mittlerer Schweregrad	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*	
	n	%	n	%	n	%		
1,00	669	65,01	377	61,80	292	69,69	0,1084	0,0200
1,01 – 1,50	191	18,56	116	19,02	75	17,90	0,0616	
1,51 – 2,00	131	12,73	88	14,43	43	10,26	0,5085	
2,01 – 2,50	12	1,17	9	1,48	3	0,72	0,8330	
2,51 – 3,00	26	2,53	20	3,28	6	1,43	0,0863	
Gesamt	1029	100,00	610	100,00	419	100,00	-	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.9: Durchschnittlicher mittlerer Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere

n = Gesamtzahl, SD = Standardabweichung

Mittlerer Schweregrad	n	Mittelwert	SD
Gesamt	1029	1,34	0,47
Laufstall	610	1,38	0,49
Anbindestall	419	1,28	0,43

3.1.4.3 Maximaler Schweregrad pro Tier

Der jeweils höchste diagnostizierte Schweregrad pro Kuh wurde als maximaler Schweregrad bezeichnet. Hier wurde das Tier unabhängig der Anzahl der Diagnosen und nur nach dem Schweregrad seiner schwersten Erkrankung betrachtet. War das Tier von einer Klauenerkrankung betroffen, entsprach der maximale Schweregrad dem Schweregrad der diagnostizierten Erkrankung. Für den maximalen Schweregrad pro Tier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Haltungssystemen festgestellt werden. So kann bei Laufstalltieren im Durchschnitt ein höherer maximaler Schweregrad beobachtet werden (Tab. 4.11), hier waren rund doppelt so viele Tiere mit einem maximalen Schweregrad 3 zu finden als im Anbindestall (Tab. 4.10).

Tabelle 4.10: Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere

n = absolute Tierzahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für einzelne maximale Schweregrade sowie für deren Gesamtverteilung

Max. Schweregrad	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*	
	n	%	n	%	n	%		
1	551	53,55	294	48,20	257	61,34	0,2813	0,0007
2	359	34,89	228	37,38	131	31,26	0,0185	
3	119	11,56	88	14,43	31	7,40	< 0,0001	
Gesamt	1029	100,00	610	100,00	419	100,00	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.11: Mittlerer maximaler Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Tier aller klauenkranken Tiere

n = Tierzahl, SD = Standardabweichung

Max. Schweregrad	n	Mittelwert	SD
Gesamt	1029	1,58	0,69
Laufstall	610	1,66	0,72
Anbindestall	419	1,46	0,63

3.1.5 Anzahl und Verteilung der an Klauenerkrankungen betroffenen Gliedmaßen

Bei Tieren mit mehreren Diagnosen konnten die Erkrankungen verschiedene Gliedmaßen betreffen. 4,86 % der untersuchten Tiere hatten an allen vier Gliedmaßen pathologisch veränderte Klauen, im Mittel lag die Anzahl betroffener Gliedmaßen der klauenkranken Tiere bei 1,85 (Tab. 4.13). Im Laufstall konnten deutlich mehr Tiere mit zwei oder drei betroffenen Gliedmaßen festgestellt werden als im Anbindestall. Das Haltungssystem zeigte hier einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der betroffenen Gliedmaßen pro Kuh ($p = 0,0125$) (Tab. 4.12).

Tabelle 4.12: Anzahl der betroffenen Gliedmaßen pro Kuh: Häufigkeiten und prozentuale Verteilung aller klauenkranken Tiere

n = absolute Tierzahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,
 p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall, für
 einzelne Gliedmaßen-Anzahlen sowie für deren Gesamtverteilung

Anzahl der betroffenen Gliedmaßen	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*	
	n	%	n	%	n	%		
1	391	38,00	216	35,41	175	41,77	< 0,0001	0,0125
2	451	43,83	286	46,89	165	39,38	0,0105	
3	137	13,31	80	13,11	57	13,60	< 0,0001	
4	50	4,86	28	4,59	22	5,25	< 0,0001	
Gesamt	1029	100,00	610	100,00	419	100,00	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle 4.13: Mittlere Anzahl betroffener Gliedmaßen aller klauenkranken Tiere

n = Tierzahl, SD = Standardabweichung

Anzahl betroffener Gliedmaßen	n	Mittelwert	SD
Gesamt	1029	1,85	0,83
Laufstall	610	1,87	0,81
Anbindestall	419	1,82	0,86

Sowohl im Lauf- als auch im Anbindestall verteilten sich rund 80 % der diagnostizierten Erkrankungen auf die Hintergliedmaßen (Tab. 4.14). Hier ergaben sich keine haltungsbedingten Unterschiede.

Tabelle 4.14: Verteilung der Klauenerkrankungen auf die Gliedmaßen pro Kuh: Häufigkeit und prozentuale Verteilung

n = absolute Anzahl der Diagnosen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,
 p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall

Betroffene Gliedmaße	Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
	n	%	n	%	n	%	
Gesamt	2478	100,00	1535	100,00	943	100,00	0,7967
Vordergliedmaße	445	17,96	264	17,20	181	19,19	
Hintergliedmaße	2033	82,04	1271	82,80	762	80,81	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

3.2 Der Einfluss der Haltung auf die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung

3.2.1 Die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer

3.2.1.1 Der Klauengesundheitsstatus in Abhängigkeit der Laktationsnummer

Für die Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere konnte weder im Laufstall, noch im Anbindestall einen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Laktationsgruppen festgestellt werden. Es konnte jedoch mit steigender Laktationsnummer ein zunehmendes Erkrankungsrisiko beobachtet werden. Ausgenommen waren hier Laufstalltiere der 2. Laktation, deren Krankheitsprävalenz unter derjenigen der erstlaktierenden Tiere lag (siehe Tab. 4.15 und Abb. 4.5).

Tabelle 4.15: Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungsform und Laktationsnummer

LN = Laktationsnummer, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,

p-Wert ^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsgruppen

p-Wert ^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Klauenstatus		LN 1		LN 2		LN 3		LN 3+		p-Wert ^{a)} *
		n	%	n	%	n	%	n	%	
p-Wert ^{b)} *		< 0,0001		0,1005		0,0040		< 0,0001		-
Laufstall	Gesund	55	20,60	43	26,54	24	18,46	33	15,94	0,0774
	Krank	212	79,40	119	73,46	106	81,54	174	84,06	
	Gesamt	267	100,00	162	100,00	130	100,00	207	100,00	
Anbindest.	Gesund	104	40,94	61	35,47	42	35,00	43	34,96	0,5045
	Krank	150	59,06	111	64,53	78	65,00	80	65,04	
	Gesamt	254	100,00	172	100,00	120	100,00	123	100,00	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Betrachtet man die Verteilung von klauenkranken und klauengesunden Tieren für einzelne Laktationsgruppen in beiden Haltungssystemen gesondert, so können, mit Ausnahme der Tiere der Laktationsnummer 2, hoch signifikante Unterschiede zwischen beiden Haltungssystemen festgestellt werden (Tab. 4.15). In den einzelnen Laktations-Gruppen der Laufstalltiere waren stets mehr Tiere von mindestens einer Klauenerkrankung betroffen als in den Gruppen der Tiere in Anbindehaltung (Abb. 4.5).

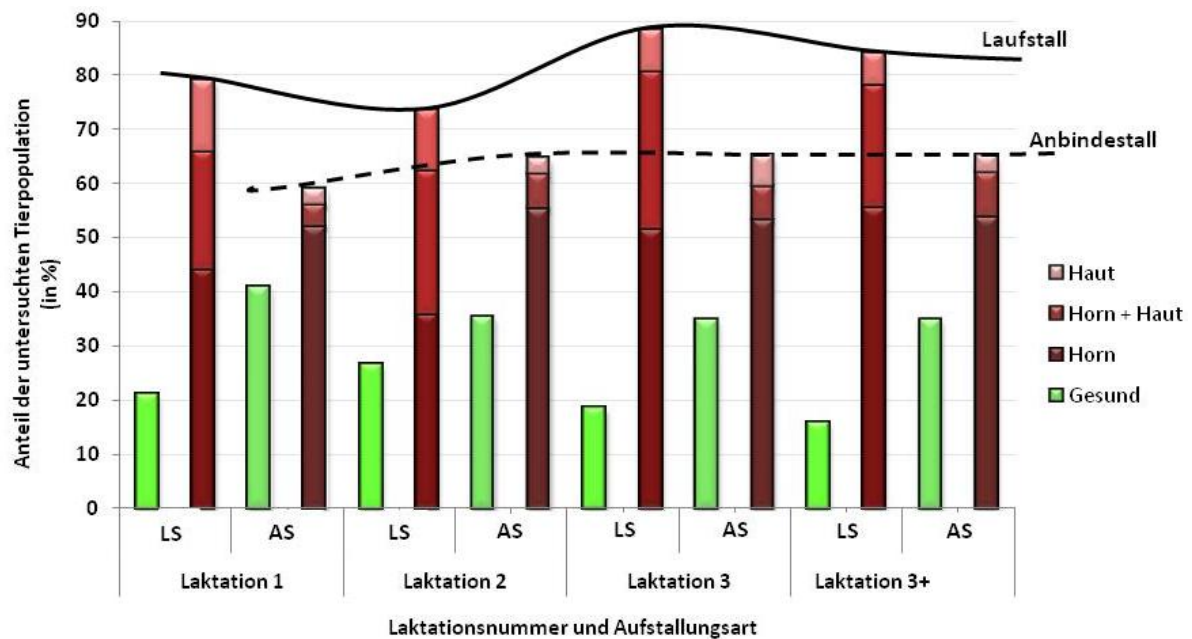


Abbildung 4.5: Prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungstform und Laktationsnummer

LS = Laufstall, AS = Anbindestall

3.2.1.2 Einzelne Klauenkrankheitsprävalenzen in Abhängigkeit der Laktationsnummer

Krankheiten des Klauenhorns

Im Laufstall nahmen Klauenhornerkrankungen mit der Laktationsnummer signifikant zu. Besonders deutlich konnte dies bei den Erkrankungen Weiße-Linie-Defekt, Wanddefekt, Doppelsohle und Rusterholz'sches Sohlengeschwür beobachtet werden (Tab. 4.16). Eine Ausnahme bildet die Klauenrehe, deren Prävalenz mit der Laktationsnummer signifikant abnahm. Tiere mit mehr als drei Laktationen hatten das geringste Risiko an Klauenrehe zu erkranken, Erstlaktierende das höchste.

So deutlich wie im Laufstall konnte diese Tendenz für den Anbindestall nicht beobachtet werden. Zwar waren auch hier ältere Tiere eher von Klauenhornerkrankungen wie Weiße-Linie-Defekten, Wanddefekten, Doppelsohlen oder Sohlengeschwüren betroffen als jüngere, bei gesamter Betrachtung aller Erkrankungen des Klauenhorns konnte jedoch keine Zunahme des Erkrankungsrisikos mit der Laktationsnummer festgestellt werden (Tab. 4.16).

Bei Betrachtung der Tabellen 4.16 und 4.17 soll darauf hingewiesen werden, dass bei einigen Tieren sowohl eine oder mehrere Klauenhorn- als auch eine oder mehrere Klauenhauterkrankungen diagnostiziert werden konnte. Daher entsprechen die Zahlen der Gruppe Klauenhorn- und Klauenhautkrankheiten nicht der Summe der einzelnen Klauenkrankheiten.

Tabelle 4.16: Prävalenzen einzelner Klauenhornkrankheiten nach Haltungssystem und Laktationsnummer

LN = Laktationsnummer, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, Horn = Tiere mit mindestens einer Klauenhornkrankheit, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlen-geschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzen-geschwür, HS = Hornspalt, p-Wert^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsgruppen, p-Wert^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Prävalenzen		LN 1		LN 2		LN 3		LN 3+		p-Wert _{a)*}	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Gesamt	Laufstall	267	100,00	162	100,00	130	100,00	207	100,00	-	
	Anbindest.	254	100,00	172	100,00	120	100,00	123	100,00	-	
p-Wert _{b)*}		0,0099		0,9924		0,0163		0,0009			
HORN	Laufstall	176	65,92	101	62,35	98	75,38	162	78,26	0,0029	
	Anbindest.	142	55,91	106	61,63	71	59,17	76	61,79	0,5694	
Klauenhornkrankheiten	p-Wert _{b)*}		0,0025		0,5214		0,3945		0,2108		
	RE	Laufstall	108	40,45	52	32,10	44	33,85	62	29,95	0,0284
		Anbindest.	70	27,56	46	26,74	34	28,33	29	23,58	0,7697
	p-Wert _{b)*}		0,1493		0,9725		0,1371		0,0151		
	WLD	Laufstall	91	34,08	59	36,42	55	42,31	104	50,24	0,0023
		Anbindest.	75	29,53	63	36,63	38	31,67	46	37,40	0,2422
	p-Wert _{b)*}		0,0039		0,1715		0,0171		0,1700		
	WD	Laufstall	23	8,61	17	10,49	18	13,85	32	15,46	0,1051
		Anbindest.	10	3,94	11	6,40	6	5,00	14	11,38	0,0180
	p-Wert _{b)*}		0,0438		0,0616		0,6565		0,0347		
	DS	Laufstall	24	8,99	16	9,88	14	10,77	39	18,84	0,0086
		Anbindest.	10	3,94	8	4,65	9	7,50	13	10,57	0,0520
	p-Wert _{b)*}		0,0540		0,2160		0,9336		0,2120		
	STG	Laufstall	10	3,75	5	3,09	13	10,00	21	10,14	0,0039
		Anbindest.	20	7,87	13	7,56	10	8,33	8	6,50	0,9646
	p-Wert _{b)*}		0,0054		0,4893		0,0108		0,0376		
	RSG	Laufstall	3	1,12	3	1,85	5	3,85	9	4,35	0,1046
		Anbindest.	11	4,33	6	3,49	13	10,83	11	8,94	0,0197
	p-Wert _{b)*}		0,9398		0,6889		0,2890		0,0306		
	KSG	Laufstall	7	2,62	3	1,85	4	3,08	7	3,38	0,8540
		Anbindest.	6	2,36	4	2,33	8	6,67	10	8,13	0,0195
	p-Wert _{b)*}		0,8349		0,0669		0,0631		0,2984		
	SSG	Laufstall	3	1,12	6	3,70	4	3,08	2	0,97	0,1170
		Anbindest.	3	1,18	1	0,58	0	0,00	0	0,00	0,4361
	p-Wert _{b)*}		0,3548		-		0,4119		-		
	HS	Laufstall	1	0,37	0	0,00	1	0,77	0	0,00	0,4241
		Anbindest.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Signifikante Unterschiede innerhalb des Auftretens einzelner Klauenhornkrankheiten zwischen den beiden Haltungssystemen zeigten sich vorwiegend bei der Gruppe der Erstlaktierenden und bei den Tieren mit mehr als drei Laktationen (Tab. 4.16).

Krankheiten der Klauenhaut

Klauenhauterkrankungen nahmen bei Laufstalltieren mit dem Alter tendenziell eher ab (Tab. 4.17). Der Unterschied zwischen den einzelnen Laktationsgruppen erwies sich jedoch als nicht signifikant. Lediglich bei alleiniger Betrachtung der Erkrankung Dermatitis Digitalis nahm die Krankheitsprävalenz signifikant ab, je älter die Tiere wurden. Für die restlichen Klauenhauterkrankungen konnte aufgrund der geringen Gruppengrößen kein Einfluss und keine Tendenz festgestellt werden. Das gleiche gilt für Klauenhauterkrankungen innerhalb einzelner Laktationsgruppen im Anbindestall (Tab. 4.17).

Tabelle 4.17: Prävalenzen einzelner Klauenhautkrankheiten nach Haltungssystem und Laktationsnummer

LN = Laktationsnummer, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, Haut = Tiere mit mindestens einer Klauenhautkrankheit, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmone, p-Wert^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsgruppen, p-Wert^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Prävalenzen		LN 1		LN 2		LN 3		LN 3+		p-Wert a)*	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Gesamt	Laufstall	267	100,00	162	100,00	130	100,00	207	100,00	-	
	Anbindest.	254	100,00	172	100,00	120	100,00	123	100,00	-	
p-Wert b)*		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		0,0003			
HAUT	Laufstall	93	35,21	61	37,65	39	30,00	59	28,50	0,2329	
	Anbindest.	18	7,09	16	9,30	14	11,67	14	11,38	0,3986	
Klauenhautkrankheiten	p-Wert b)*		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		0,0005		
	DD	Laufstall	82	30,71	46	28,40	24	18,46	36	17,39	0,0023
		Anbindest.	8	3,15	7	4,07	3	2,50	4	3,25	0,9339
	p-Wert b)*		0,3581		0,0765		0,5620		0,2018		
	BF	Laufstall	12	4,49	9	5,56	8	6,15	20	9,66	0,1603
		Anbindest.	9	3,54	7	4,07	9	7,50	8	6,50	0,3454
	p-Wert b)*		0,4309		0,0121		0,2174		0,7679		
	LI	Laufstall	5	1,87	9	5,56	7	5,38	9	4,35	0,1610
		Anbindest.	2	0,79	1	0,58	2	1,67	4	3,25	0,1891
	p-Wert b)*		0,1319		0,7997		0,0533		0,1178		
	DID	Laufstall	3	1,12	3	1,85	4	3,08	5	2,42	0,5665
		Anbindest.	0	0,00	2	1,16	0	0,00	0	0,00	0,1050
	p-Wert b)*		0,3548		-		-		-		
	PH	Laufstall	1	0,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,5059
		Anbindest.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

3.2.1.3 Der maximalen Schweregrad pro Tier in Abhängigkeit der Laktationsnummer

Für den maximalen Schweregrad pro Laufstalltier konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Laktationsgruppen festgestellt werden. Für Tiere in Anbindehaltung nahm mit der Laktationsnummer des Tieres hingegen auch der mittlere maximale Schweregrad zu (Tab. 4.18 u. Tab. 4.19). Für Tiere mit mehr als drei Laktationen war dieser am höchsten.

Die unterschiedliche Verteilung des maximalen Schweregrades zwischen beiden Haltungssystemen erwies sich auch innerhalb der einzelnen Laktationsgruppen als signifikant (Tab. 4.18).

Tabelle 4.18: Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Haltungsform und Laktationsnummer

LN = Laktationsnummer, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation,

p-Wert ^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsgruppen, für einzelne maximale Schweregrade, sowie für deren Gesamtverteilung

p-Wert ^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Max. Schweregrad		LN 1		LN 2		LN 3		LN 3+		p-Wert ^{a)*}	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
p-Wert ^{b)*}		< 0,0001		0,0050		0,0187		0,0003			
Laufstall	1	104	49,06	57	47,90	55	51,89	78	44,83	0,9869	0,9183
	2	78	36,79	43	36,13	34	32,08	73	41,95	0,2291	
	3	30	14,15	19	15,97	17	16,04	23	13,22	0,6599	
	Gesamt	212	100,00	119	100,00	106	100,00	174	100,00	-	-
Anbindest.	1	99	66,00	75	67,57	44	56,41	39	48,75	0,0265	0,0473
	2	46	30,67	24	21,62	25	32,05	36	45,00	0,1304	
	3	5	3,33	12	10,81	9	11,54	5	6,25	0,2070	
	Gesamt	150	100,00	111	100,00	78	100,00	80	100,00	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Klauenkranken Tiere in Laufstallhaltung waren in jeder Laktationsgruppe durchschnittlich schwerer betroffen als klauenkranken Tiere in Anbindehaltung. So überstieg der mittlere maximale Schweregrad der erstlaktierenden Laufstalltiere den der erstlaktierenden Tiere in Anbindehaltung deutlich (Tab. 4.19).

Tabelle 4.19: Mittlerer maximaler Schweregrad der diagnostizierten Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Laktationsnummer

LN = Laktationsnummer, n = Gesamtanzahl, SD = Standardabweichung

Max. Schweregrad		N	Mittelwert	SD
Laufstall	LN 1	212	1,64	0,71
	LN 2	119	1,68	0,74
	LN 3	106	1,64	0,75
	LN 3+	174	1,68	0,70
Anbindest.	LN 1	150	1,37	0,55
	LN 2	111	1,43	0,68
	LN 3	78	1,55	0,70
	LN 3+	80	1,58	0,61

3.2.2 Die Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsphase zum Diagnosezeitpunkt

3.2.2.1 Der Klauengesundheitsstatus in Abhängigkeit der Laktationsphase

Die höchste Krankheitsprävalenz konnte bei Tieren festgestellt werden, die sich zum Diagnosezeitpunkt zwischen dem 61. bis 120. Laktationstag befanden (Abb. 4.6). Das geringste Risiko ließ sich für Tiere nach dem 240. Laktationstag ermitteln. Diese Tendenz konnte in beiden Haltungssystemen beobachtet werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Laktationsphase-Gruppen konnte jedoch nur für Tiere in Anbindehaltung ermittelt werden, nicht für Laufstalltiere (Tab. 4.20).

Tabelle 4.20: Häufigkeit und prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, p-Wert ^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsphasegruppen, p-Wert ^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Klauenstatus		DIM 0 - 60		DIM 61 - 120		DIM 121 - 240		DIM > 240		p-Wert ^{a)*}
		n	%	n	%	n	%	n	%	
p-Wert ^{b)*}		0,0047		0,1766		0,0019		< 0,0001		-
Laufstall	Gesund	24	20,00	22	18,03	50	21,46	59	20,27	0,8898
	Krank	96	80,00	100	81,97	183	78,54	232	79,73	
	Gesamt	120	100,00	122	100,00	233	100,00	291	100,00	
Anbindest.	Gesund	45	38,79	28	26,17	72	35,12	105	43,57	0,0155
	Krank	71	61,21	79	73,83	133	64,88	136	56,43	
	Gesamt	116	100,00	107	100,00	205	100,00	241	100,00	

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsnummer des Tieres

Betrachtete man die Verteilung von klauengesunden und -kranken Tieren für einzelne Laktationsphasen in beiden Haltungssystemen gesondert, so konnten, mit Ausnahme der Tiere, deren Diagnose zwischen Tag 61 und 120 p.p. gestellt wurde, höchst signifikante Unterschiede zwischen beiden Haltungssystemen festgestellt werden (Tab. 4.20). In den Gruppen der Laufstalltiere waren stets mehr Tiere von mindestens einer Klauenerkrankung betroffen als in den Gruppen der Tiere in Anbindehaltung.

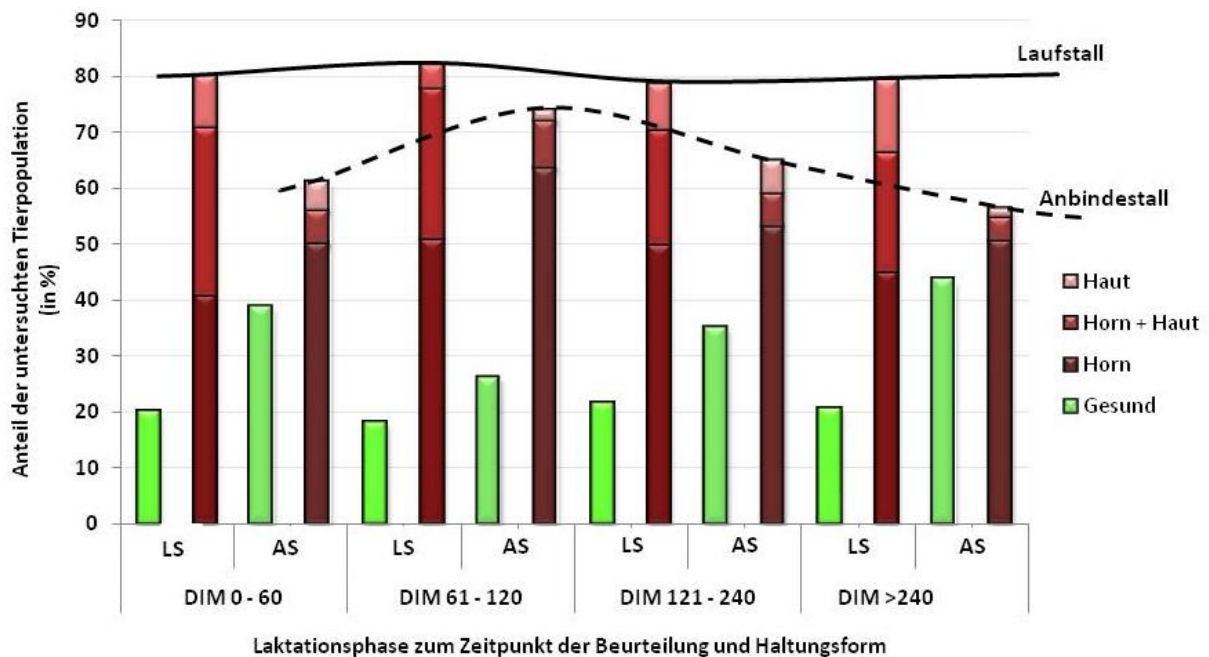


Abbildung 4.6: Prozentuale Verteilung klauengesunder und -kranker Tiere nach Haltungssystem und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, LS = Laufstall, AS = Anbindestall

3.2.2.2 Einfluss der Laktationsphase auf einzelne Klauenerkrankungsprävalenzen

Krankheiten des Klauenhorns

Das höchste Risiko für Klauenhornerkrankungen bestand in beiden Haltungssystemen zwischen dem 61. und 120. Laktationstag, für Tiere in der Spätlaktation war das Risiko am geringsten (Tab. 4.21). Ein signifikanter Unterschied für die Prävalenz von Klauenhornerkrankungen konnte jedoch nur zwischen einzelnen Laktationsphase-Gruppen der Tiere in Anbindehaltung nachgewiesen werden.

Tabelle 4.21: Prävalenzen einzelner Klauenhornkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, Horn = Tiere mit mindestens einer Klauenhornkrankheit, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlen-spitzengeschwür, HS = Hornspalt, p-Wert^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsphasegruppen, p-Wert^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Prävalenzen		DIM 0 - 60		DIM 61 - 120		DIM 121 - 240		DIM > 240		p-Wert a)*	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Gesamt	Laufstall	120	100,00	122	100,00	233	100,00	291	100,00	-	
	Anbindest.	116	100,00	107	100,00	205	100,00	241	100,00	-	
p-Wert ^{b)*}		0,0316		0,4450		0,0249		0,0068			
HORN	Laufstall	85	70,83	95	77,87	164	70,39	193	66,32	0,1488	
	Anbindest.	65	56,03	77	71,96	121	59,02	132	54,77	0,0194	
Klauenhornkrankheiten	p-Wert ^{b)*}	0,2856		0,3607		0,0098		0,1716			
	RE	Laufstall	39	32,50	57	46,72	94	40,34	76	26,12	0,0001
		Anbindest.	32	27,59	40	37,38	59	28,78	48	19,92	0,0028
	p-Wert ^{b)*}	0,1398		0,3937		0,9820		0,0041			
	WLD	Laufstall	50	41,67	47	38,52	88	37,77	124	42,61	0,5680
		Anbindest.	37	31,90	38	35,51	72	35,12	75	31,12	0,7579
	p-Wert ^{b)*}	0,0979		0,1124		0,0480		0,0143			
	WD	Laufstall	15	12,50	16	13,11	24	10,30	35	12,03	0,8145
		Anbindest.	5	4,31	7	6,54	13	6,34	16	6,64	0,6401
	p-Wert ^{b)*}	0,1052		0,1898		0,1093		0,0379			
	DS	Laufstall	15	12,50	23	18,85	19	8,15	36	12,37	0,0266
		Anbindest.	5	4,31	10	9,35	9	4,39	16	6,64	0,1451
	p-Wert ^{b)*}	0,2353		0,2092		0,2774		0,3291			
	STG	Laufstall	5	4,17	11	9,02	20	8,58	13	4,47	0,0892
		Anbindest.	9	7,76	19	17,76	11	5,37	15	6,22	0,0176
	p-Wert ^{b)*}	0,7664		0,0022		0,0065		0,0443			
	RSG	Laufstall	5	4,17	1	0,82	5	2,15	9	3,09	0,4946
		Anbindest.	5	4,31	9	8,41	13	6,34	14	5,81	0,4647
	p-Wert ^{b)*}	0,8524		0,1573		0,3294		0,2615			
	KSG	Laufstall	3	2,50	6	4,92	8	3,43	4	1,37	0,1736
		Anbindest.	3	2,59	8	7,48	10	4,88	7	2,90	0,1326
	p-Wert ^{b)*}	0,3249		0,5240		0,0577		0,2276			
	SSG	Laufstall	1	0,83	1	0,82	7	3,00	6	2,06	0,4845
		Anbindest.	0	0,00	0	0,00	1	0,49	3	1,24	0,4259
	p-Wert ^{b)*}	0,3829		-		0,4349		-			
	HS	Laufstall	1	0,83	0	0,00	1	0,43	0	0,00	0,3428
		Anbindest.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsnummer des Tieres

Signifikante Unterschiede innerhalb des Auftretens einzelner Klauenhornkrankheiten zwischen den beiden Haltungssystemen zeigten sich vorwiegend bei Tieren ab dem 120. Laktationstag (Tab. 4.21). Bis auf die Diagnose Rusterholz'sches Sohlengeschwür, von der zu jedem Zeitpunkt der Laktationsphase signifikant mehr Tiere in Anbindeställen betroffen waren als in Laufställen, wiesen

Laufstalltiere deutlich höhere Prävalenzen von Klauenhornkrankheiten (Weiße-Linie- und Wanddefekte, Doppelsohlen, Klauenrehe) auf als Tiere in Anbindehaltung.

Krankheiten der Klauenhaut

Die Erkrankungen der Klauenhaut, im Wesentlichen durch Dermatitis Digitalis und Ballenfäule repräsentiert, traten in Lauf- und Anbindestall tendenziell öfter in der Früh- und Mittlaktation auf. Für Tiere der Spätlaktation war das Erkrankungsrisiko, zumindest im Anbindestall, deutlich geringer. Ein signifikanter Unterschied zwischen Tieren verschiedener Laktationsphasen wurde jedoch lediglich für die Erkrankung Ballenfäule bei Tieren in Anbindung beobachtet (Tab. 4.22).

Tabelle 4.22: Prävalenzen einzelner Klauenhornkrankheiten nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, Haut = Tiere mit mindestens einer Klauenhautkrankheit, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmone, p-Wert ^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsphasegruppen, p-Wert ^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

Prävalenzen		DIM 0 - 60		DIM 61 - 120		DIM 121 - 240		DIM > 240		p-Wert a)*	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Gesamt	Laufstall	120	100,00	122	100,00	233	100,00	291	100,00	-	
	Anbindest.	116	100,00	107	100,00	205	100,00	241	100,00	-	
p-Wert b)*		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001			
HAUT	Laufstall	47	39,17	38	31,15	67	28,76	100	34,36	0,2369	
	Anbindest.	13	11,21	11	10,28	24	11,71	14	5,81	0,1687	
Klauenhautkrankheiten	p-Wert b)*		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		
	DD	Laufstall	34	28,33	28	22,95	50	21,46	75	25,77	0,4619
		Anbindest.	3	2,59	3	2,80	8	3,90	8	3,32	0,9257
	p-Wert b)*		0,8981		0,4209		0,2619		0,0306		
	BF	Laufstall	8	6,67	10	8,20	16	6,87	15	5,15	0,7039
		Anbindest.	9	7,76	8	7,48	12	5,85	4	1,66	0,0335
	p-Wert b)*		0,0394		0,7193		0,9209		0,0149		
	LI	Laufstall	7	5,83	1	0,82	9	3,86	13	4,47	0,3068
		Anbindest.	0	0,00	1	0,93	6	2,93	2	0,83	0,1090
	p-Wert b)*		0,2319		0,2187		0,3330		0,0690		
	DID	Laufstall	4	3,33	2	1,64	4	1,72	5	1,72	0,7540
		Anbindest.	1	0,86	0	0,00	1	0,49	0	0,00	0,4365
	p-Wert b)*		0,3829		-		-		-		
	PH	Laufstall	1	0,83	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,1045
		Anbindest.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsnummer des Tieres

Unterschiede in der Prävalenz von Klauenhautkrankheiten, vor allem Dermatitis Digitalis, konnten über den gesamten Verlauf der Laktation beobachtet werden. Laufstalltiere hatten ein signifikant höheres Erkrankungsrisiko als Tiere in Anbindehaltung (Tab. 4.22).

3.2.2.3 Der maximale Schweregrad pro Tier in Abhängigkeit der Laktationsphase

Für Tiere in Anbindehaltung konnten signifikanten Unterschiede zwischen einzelnen Laktationsphase-Gruppen bezüglich des maximalen Schweregrades festgestellt werden (Tab. 4.23). So ist der durchschnittliche maximale Schweregrad bei Tieren der Gruppe DIM 61 - 120 am höchsten (Tab. 4.24). Für Laufstalltiere konnte hingegen kein Unterschied nachgewiesen werden.

Tabelle 4.23: Häufigkeit und prozentuale Verteilung des maximalen Schweregrades der diagnostizierten Klauenkrankheiten pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Haltungsform und Laktationsphase zum Zeitpunkt der Beurteilung der Klauengesundheit

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Zahlen, % = Anteil der jeweilig untersuchten Gruppe an der Gesamtpopulation, p-Wert ^{a)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Laktationsphasegruppen, p-Wert ^{b)} = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen

beobachteter Unterschiede zwischen den Haltungssystemen											
Max. Schweregrad		DIM 0 - 60		DIM 61 - 120		DIM 121 - 240		DIM > 240		p-Wert ^{a)*}	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
p-Wert ^{b)*}		0,0005		0,1313		0,0001		< 0,0001			
	1	41	42,71	49	49,00	97	53,01	107	46,32	0,7337	0,4258
	2	41	42,71	36	36,00	63	34,43	88	38,10	0,5097	
	3	14	14,58	15	15,00	23	12,57	36	15,58	0,8925	
	Gesamt	96	100,00	100	100,00	183	100,00	231	100,00	-	-
	1	48	67,61	45	56,96	85	63,91	79	58,09	0,2416	0,0959
	2	17	23,94	25	31,65	43	32,33	46	33,82	0,2559	
	3	6	8,45	9	11,39	5	3,76	11	8,09	0,4394	
	Gesamt	71	100,00	79	100,00	133	100,00	136	100,00	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes und Laktationsnummer des Tieres

Tabelle 4.24: Mittlerer maximaler Schweregrad der Klauenerkrankungen pro Kuh aller klauenkranken Tiere nach Laktationsphase zum Diagnosezeitpunkt

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = Gesamtanzahl, SD = Standardabweichung

Maximaler Schweregrad		n	Mittelwert	SD
Laufstall	DIM 0 - 60	96	1,72	0,71
	DIM 61 - 210	100	1,66	0,73
	DIM 211 - 240	183	1,60	0,70
	DIM > 240	231	1,69	0,73
Anbindest.	DIM 0 - 60	71	1,41	0,65
	DIM 61 - 120	79	1,54	0,69
	DIM 121 - 240	133	1,40	0,56
	DIM >240	136	1,50	0,64

Milchkühe in Laufstallhaltung hatten in den Laktationsphasen 0 - 60, 121 - 240 und >240 p.p. signifikant schwerere Klauenerkrankungen als Kühe in Anbindehaltung (Tab. 4.23). Im Mittel waren Laufstalltiere mindestens anderthalbfach so schwer betroffen wie Tiere in Anbindehaltung (siehe Tab. 4.24).

3.3 Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung

In die Auswertung der 305-Tage-Leistung wurden nur Fleckvieh-Kühe einbezogen, die die jeweilige Standardlaktation zum Untersuchungszeitraum vollständig abgeschlossen hatten ($n = 1062$). Die 100-Tage-Leistung wurde nur für all jene Tiere ausgewertet, die sich zum Zeitpunkt der Klauenpflege zwischen DIM 0 - 120 befanden ($n = 333$).

3.3.1 Auswirkung der Klauengesundheit auf die 100-Tage-Leistung

Einfluss des Klauengesundheitsstatus

In beiden Haltungssystemen konnte für klauenkranke Tiere gegenüber klauengesunden Tieren eine Reduktion der 100-Tage-Leistung festgestellt werden. Diese fiel für Laufstalltiere mit einem mittleren Verlust von 378 kg Milch deutlicher aus als für Kühe in Anbindehaltung (- 207 kg) (Tab. 4.25 u. Tab. A.4.7)

Der größte Unterschied zwischen klauenkranken und klauengesunden Tieren konnte im Laufstall für Erstlingskühe beobachtet werden, während im Anbindestall ältere Tiere mit mehr als drei Laktationen am stärksten betroffen waren (Tab. 4.25).

Für klauenhautkranke Laufstalltiere war die Reduktion der Milchleistung gegenüber derer klauengesunden Tieren erheblich größer als für Tiere, bei denen eine Erkrankung des Klauenhorns festgestellt werden konnte (- 600 kg Milch/- 360 kg Milch). Bei Tieren in Anbindung wurde der umgekehrte Fall beobachtet und lediglich für Erkrankungen des Klauenhorns ein signifikanter Unterschied zu gesunden Tieren festgestellt (Tab. 4.25).

Einfluss des Schweregrades

Für Laufstalltiere, die in der Früh-laktation von mittel- und hochgradigen Klauenerkrankungen betroffen waren, konnte eine signifikant geringere 100-Tage-Leistung verzeichnet werden als für klauengesunde Tiere (- 470 kg Milch) (Tab. 4.26, Tab. 4.27 und Tab. 4.28). Klauenhauterkrankungen führten dabei zu einem stärkeren Milchleistungsverlust (Grad 2 Ø: - 670 kg Milch) als Erkrankungen des Klauenhorns (Grad 2 Ø: - 497 kg Milch) (Abb. 4.7 u. Abb. 4.8). Für Tiere in Anbindung konnten umgekehrte Tendenzen beobachtet werden. Die einzelnen Regressionskoeffizienten der jeweiligen Schweregrade sind den Tabellen A.4.8, A.4.9 und A.4.10 im Anhang zu entnehmen.

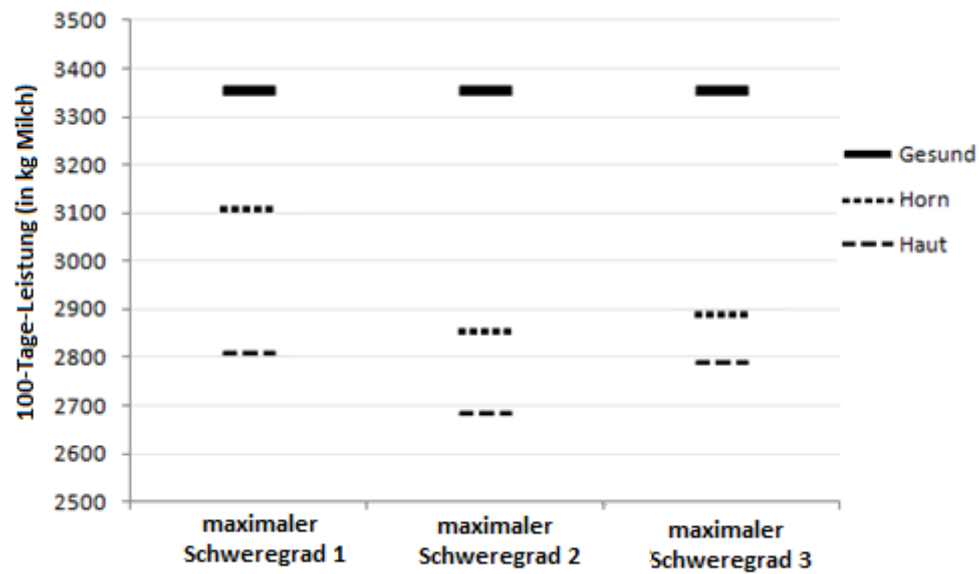


Abbildung 4.7: Mittlere 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom diagnostizierten maximalen Schweregrad der Klauenerkrankungen des Tieres

Gesund = Klauengesund, Horn = Klauenhornkrank, Haut = Klauenhautkrank

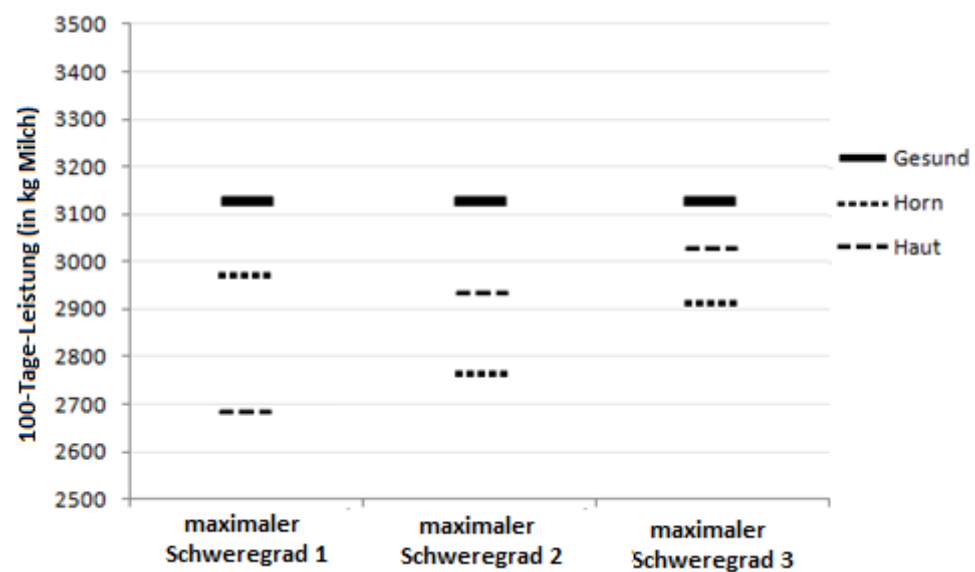


Abbildung 4.8: Mittlere 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Kühe in Anbindehaltung in Abhängigkeit vom diagnostizierten maximalen Schweregrad der Klauenerkrankungen des Tieres

Gesund = Klauengesund, Horn = Klauenhornkrank, Haut = Klauenhautkrank

Tabelle 4.25: 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 100-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenkrank			p-Wert*	Klauenhornkrank			p-Wert*	Klauenhautkrank			p-Wert*
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD		n	Ø kg	SD		n	Ø kg	SD	
Gesamt	38	3353,46	543,80	141	2975,03	695,04	0,0021	129	2992,88	712,62	0,0417	58	2751,94	667,69	0,0001
Laktation 1	5	2876,41	563,53	60	2437,36	428,97	0,0299	54	2435,75	442,55	0,2674	30	2328,18	444,29	0,0104
Laktation 2	13	3228,55	464,07	20	3272,20	488,70	0,8911	17	3313,17	516,58	0,6034	8	2979,96	468,66	0,1190
Laktation 3	10	3663,61	443,29	23	3331,77	587,89	0,0621	21	3364,33	605,98	0,1794	10	3258,12	596,55	0,2567
Laktation 3+	10	3444,22	570,93	38	3451,66	614,26	0,8829	37	3448,01	622,32	0,9943	10	3334,66	594,97	0,6075
DIM 0 - 60	21	3309,59	626,63	66	3141,60	664,83	0,3083	59	3152,83	696,67	0,5163	27	2844,22	618,71	0,0010
DIM 61 - 120	17	3407,65	432,89	75	2828,45	692,21	0,0013	70	2858,07	702,70	0,0493	31	2671,57	707,78	0,0088
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anbindestall	Gesund			Klauenkrank			p-Wert*	Klauenhornkrank			p-Wert*	Klauenhautkrank			p-Wert*
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD		n	Ø kg	SD		n	Ø kg	SD	
Gesamt	53	3126,82	760,28	101	2919,61	548,04	0,0221	95	2910,16	555,79	0,0076	14	2817,41	533,49	0,5028
Laktation 1	14	2478,86	303,17	42	2659,84	407,48	0,1642	42	2659,84	407,48	0,1642	3	2531,37	382,98	0,7807
Laktation 2	15	3266,28	776,14	27	3159,85	654,35	0,6128	26	3179,36	659,26	0,6581	4	2850,55	705,25	0,3015
Laktation 3	13	3218,57	590,41	13	3062,75	479,14	0,4903	11	3075,79	520,68	0,3987	3	2757,63	423,45	0,6109
Laktation 3+	11	3652,87	832,02	19	3054,49	490,74	0,0119	16	3015,92	493,72	0,0159	4	3043,63	602,95	0,4343
DIM 0 - 60	33	3220,65	874,37	45	2964,93	549,54	0,1430	41	2940,47	557,45	0,0529	7	2860,89	551,99	0,8709
DIM 61 - 120	20	2971,99	503,79	56	2883,19	549,05	0,2087	54	2887,14	558,65	0,2327	7	2773,92	554,57	0,4134
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.26: 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenkrankheiten des Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 100-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenkrank Grad 1				Klauenkrank Grad 2				Klauenkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	38	3353,46	543,80	75	3064,98	692,79	0,0158	51	2870,31	686,27	0,0005	15	2881,37	720,53	0,0178
Laktation 1	5	2876,41	563,53	33	2471,08	332,14	0,0271	23	2424,85	549,57	0,0597	4	2231,15	396,22	0,1290
Laktation 2	13	3228,55	464,07	10	3429,53	419,66	0,4537	8	3241,31	475,86	0,9714	2	2609,10	482,81	0,2184
Laktation 3	10	3663,61	443,29	15	3400,52	535,83	0,1738	6	2994,31	520,48	0,0190	2	3828,45	990,94	0,7975
Laktation 3+	10	3444,22	570,93	17	3707,32	542,57	0,2470	14	3337,00	629,85	0,9259	7	3060,12	536,22	0,2280
DIM 0 - 60	21	3309,59	626,63	35	3319,06	620,24	0,9309	23	2972,57	717,59	0,0879	8	2851,19	519,26	0,0884
DIM 61 - 120	17	3407,65	432,89	40	2842,65	683,13	0,0014	28	2786,31	660,568	0,0014	7	2915,86	945,62	0,1287
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anbindestall	Gesund			Klauenkrank Grad 1				Klauenkrank Grad 2				Klauenkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	53	3126,82	760,28	65	2970,81	557,90	0,1386	28	2801,03	524,24	0,0296	8	2918,63	551,61	0,0589
Laktation 1	14	2478,86	303,17	26	2681,52	436,29	0,1664	12	2538,43	309,04	0,4757	4	2883,23	450,79	0,0564
Laktation 2	15	3266,28	776,14	20	3256,59	579,49	0,8364	5	2632,11	815,31	0,7233	2	3511,80	515,62	0,5185
Laktation 3	13	3218,57	590,41	9	3135,12	568,43	0,8826	4	2899,93	74,92	0,1780	-	-	-	-
Laktation 3+	11	3652,87	832,02	10	3003,52	486,83	0,0442	7	3315,36	372,61	0,1648	2	2396,28	3,29	0,0323
DIM 0 - 60	33	3220,65	874,37	33	2970,58	598,72	0,2968	10	2982,17	401,26	0,2797	2	2785,50	547,16	0,2337
DIM 61 - 120	20	2971,99	503,79	32	2971,05	522,07	0,5668	18	2700,40	566,78	0,0640	6	2963,01	597,21	0,2853
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.27: 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhornerkrankter Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten des Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 100-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenhornkrank Grad 1				Klauenhornkrank Grad 2				Klauenhornkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	38	3353,46	543,80	69	3106,23	695,89	0,0460	47	2856,09	705,73	0,0006	13	2885,86	777,12	0,0254
Laktation 1	5	2876,41	563,53	29	2488,68	334,65	0,0379	22	2417,66	561,40	0,0532	3	2056,90	230,89	0,0939
Laktation 2	13	3228,55	464,07	8	3515,72	417,82	0,3183	8	3241,31	475,86	0,9714	1	2267,70	-	0,1207
Laktation 3	10	3663,61	443,29	15	3400,52	535,83	0,1738	4	2996,53	671,12	0,0522	2	3828,45	990,94	0,7975
Laktation 3+	10	3444,22	570,93	17	3707,32	542,57	0,2470	13	3317,78	651,28	0,8721	7	3060,12	536,22	0,2280
DIM 0 - 60	21	3309,59	626,63	33	3336,65	632,17	0,9997	20	2940,13	758,34	0,0986	6	2850,85	611,24	0,1305
DIM 61 - 120	17	3407,65	432,89	36	2895,01	692,48	0,0064	27	2793,84	671,92	0,0019	7	2915,86	945,62	0,1287
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anbindestall	Gesund			Klauenhornkrank Grad 1				Klauenhornkrank Grad 2				Klauenhornkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	53	3126,82	760,28	61	2971,05	570,43	0,1149	26	2764,70	514,07	0,0183	8	2918,63	551,61	0,0589
Laktation 1	14	2478,86	303,17	26	2681,52	436,29	0,1664	12	2538,43	309,04	0,4757	4	2883,23	450,79	0,0564
Laktation 2	15	3266,28	776,14	19	3288,37	577,18	0,8978	5	2632,11	815,31	0,7233	2	3511,80	515,62	0,5185
Laktation 3	13	3218,57	590,41	8	3137,39	607,63	0,8311	3	2911,53	87,24	0,2312	-	-	-	-
Laktation 3+	11	3652,87	832,02	8	2992,03	516,35	0,0582	6	3254,32	367,85	0,1609	2	2396,28	3,29	0,0323
DIM 0 - 60	33	3220,65	874,37	30	2961,61	620,12	0,2181	9	2904,45	336,44	0,2217	2	2785,50	547,16	0,2337
DIM 61 - 120	20	2971,99	503,79	31	2980,18	528,09	0,6183	17	2690,71	582,68	0,0550	6	2963,01	597,21	0,2853
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.28: 100-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhauterkrankter Tiere im Zeitraum DIM 0 - 120 in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten des Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 100-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenhautkrank Grad 1				Klauenhautkrank Grad 2				Klauenhautkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	38	3353,46	543,80	22	2804,02	530,92	0,0004	24	2684,06	749,07	0,0002	12	2792,25	762,59	0,0104
Laktation 1	5	2876,41	563,53	13	2441,40	313,21	0,0644	13	2244,81	561,36	0,0727	4	2231,15	396,22	0,1290
Laktation 2	13	3228,55	464,07	3	3227,98	307,37	0,9413	3	2979,18	572,64	0,4950	2	2609,10	482,81	0,2184
Laktation 3	10	3663,61	443,29	5	3345,67	273,51	0,2133	3	2731,98	448,49	0,0170	2	3828,45	990,94	0,7975
Laktation 3+	10	3444,22	570,93	1	3537,85	-	0,9292	5	3620,29	476,11	0,5478	4	2926,81	623,07	0,2469
DIM 0 - 60	21	3309,59	626,63	10	3101,93	407,98	0,3596	11	2672,11	790,05	0,0146	6	2730,26	478,58	0,0595
DIM 61 - 120	17	3407,65	432,89	12	2555,76	504,01	<0,0001	13	2694,17	745,02	0,0033	6	2854,23	1020,36	0,0995
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anbindestall	Gesund			Klauenhautkrank Grad 1				Klauenhautkrank Grad 2				Klauenhautkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	53	3126,82	760,28	8	2691,59	417,46	0,1777	3	2937,73	710,34	0,8796	3	3032,60	762,22	0,3392
Laktation 1	14	2478,86	303,17	2	2383,33	402,31	0,9455	-	-	-	-	1	2827,45	-	0,2515
Laktation 2	15	3266,28	776,14	2	2629,65	32,60	0,0570	1	2266,50	-	0,7427	1	3876,40	-	0,8219
Laktation 3	13	3218,57	590,41	2	2703,90	584,21	0,6099	1	2865,10	-	0,6343	-	-	-	-
Laktation 3+	11	3652,87	832,02	2	3049,48	511,34	0,3425	1	3681,60	-	0,7677	1	2393,95	-	0,1111
DIM 0 - 60	33	3220,65	874,37	5	2815,63	444,70	0,8052	2	2974,05	1000,63	0,8194	-	-	-	-
DIM 61 - 120	20	2971,99	503,79	3	2484,85	334,44	0,0302	1	2865,10	-	0,7683	3	3032,60	762,22	0,5186
DIM 121 - 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIM > 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

4.3.2 Einfluss der Klauengesundheit auf die 305-Tage-Leistung

Einfluss des Klauengesundheitsstatus

Während im Anbindestall kein signifikanter Unterschied in der 305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere festgestellt wurde, konnte für klauenkranke Laufstalltiere im Vergleich mit klauengesunden Tieren eine signifikante Reduktion der Milchleistung beobachtet werden (Tab. A.4.11). Erstlingskühe waren von dieser am stärksten betroffen, hier differierte die mittlere 305-Tage-Leistung von klauengesunden und klauenkranken Tieren um - 836 kg Milch (Tab. 4.29).

Neben der Laktationsnummer nahm auch das Laktationsstadium zum Zeitpunkt der Diagnosestellung einen signifikanten Einfluss auf den beobachteten Effekt. So lagen vor allem Kühe, bei denen eine Klauenerkrankung im ersten Laktationsviertel diagnostiziert werden konnte, deutlich unter der Milchleistung klauengesunder Tiere (- 1.051 kg Milch). Insbesondere Kühe, die an einer Erkrankung der Klauenhaut litten, blieben unter der erwarteten Standardlaktationsleistung (- 1.695 kg) (Tab. 4.29).

Einfluss des Schweregrades

Berücksichtigt man neben der Art der aufgetretenen Klauenerkrankung auch deren Schweregrad, so fällt auf, dass vor allem für erstlaktierende Laufstalltiere mit mittel- bis hochgradigen Klauenkrankheiten signifikante Verluste in der Milchleistung gegenüber klauengesunden Erstlaktierenden zu verzeichnen sind (- 1.442 kg, $p = 0,0113$). Ebenfalls waren es mittel- und hochgradige Klauenerkrankungen, die bei Auftreten zu Laktationsbeginn die 305-Tage-Leistung der Laufstallkühe signifikant negativ beeinflussten. Die Leistung differierte bis zu - 1.714 kg Milch gegenüber derer klauengesunder Tiere ($p = 0,0056$, Tab. 4.30, Abb. 4.9 u. Abb. 4.10). Bei Tieren in Anbindehaltung korrelierte der Schweregrad der diagnostizierten Klauenkrankheit zwar negativ mit der Höhe des Milchleistungsrückgangs, insbesondere im letzten Laktationsdrittel, hatte jedoch kaum nennenswerten Einfluss (Tab. 4.30).

Betrachtet man die Klauenhaut- und Klauenhornkrankheiten getrennt voneinander, fallen für Laufstallkühe keine besonderen Unterschiede in den beschriebenen Effekten für einzelne Schweregrade auf. Bei Tieren in Anbindung hingegen waren bei Erkrankungen des Klauenhorns in Abhängigkeit des Schweregrades größere Verluste der Milchleistung gegenüber klauengesunden Tieren zu beobachten als bei Erkrankungen der Klauenhaut (Tab. 4.31, sowie Tab. 4.32). Die verschiedenen Regressionskoeffizienten für einzelne Schweregrade sind den Tabellen A.4.12, A.4.13 und A.4.14 im Anhang zu entnehmen.

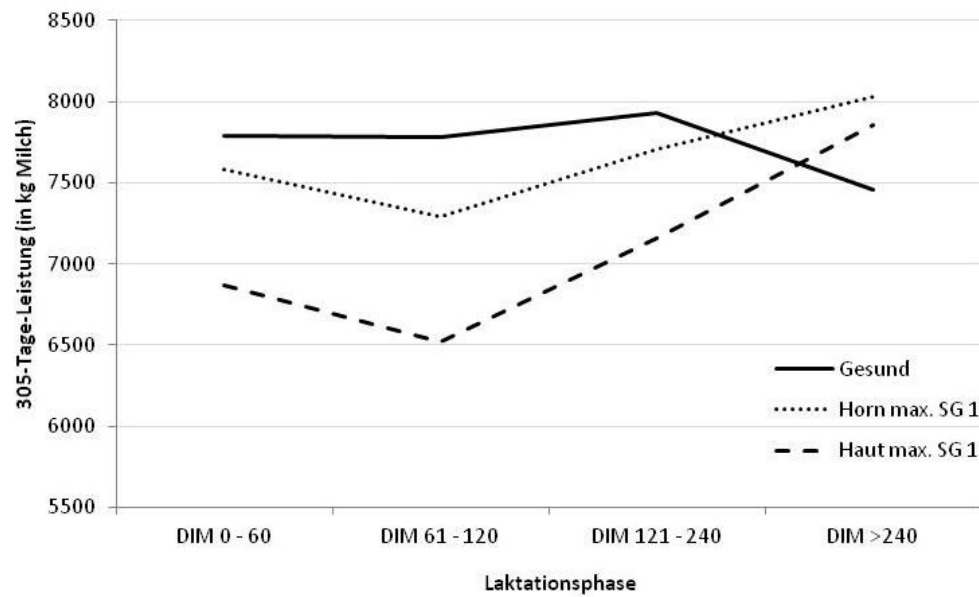


Abbildung 4.9: Mittlere 305-Tage-Leistung klauengesunder und geringgradig klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Diagnosestellung
 DIM = Laktationstag (day in milk) zum Zeitpunkt der Diagnosestellung, Gesund = mittlere Leistung klauengesunder Tiere, Horn max. SG 1 = mittlere Leistung klauenkranker Tiere mit geringgradig ausgeprägte Klauenhornkrankheit, Haut max. SG 1 = mittlere Leistung klauenkranker Tiere mit geringgradig ausgeprägte Klauenhautkrankheit

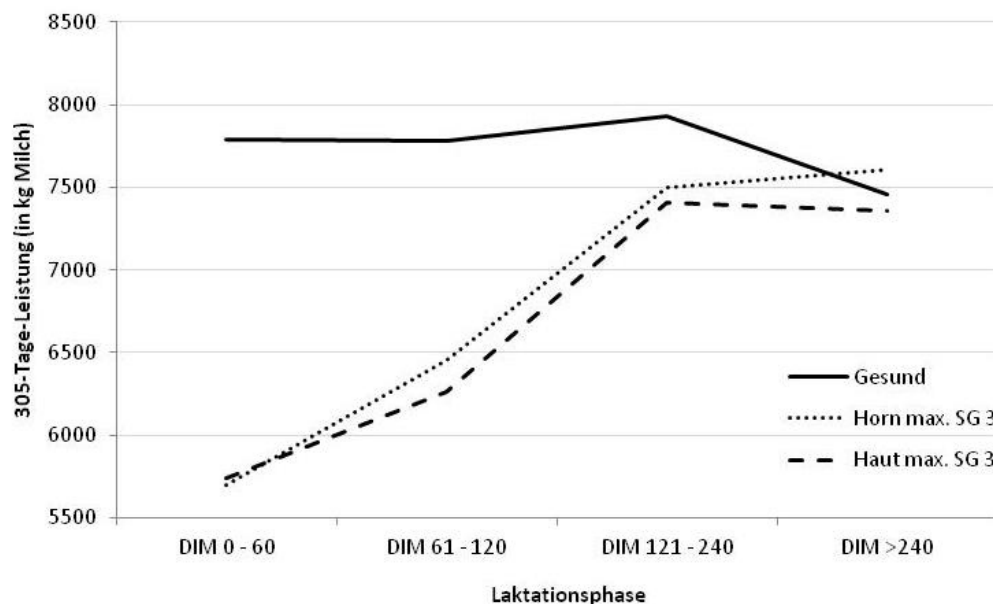


Abbildung 4.10: Mittlere 305-Tage-Leistung klauengesunder und hochgradig klauenhorn-, bzw. klauenhautkranker Laufstallkühe in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Diagnosestellung
 DIM = Laktationstag (day in milk) zum Zeitpunkt der Diagnosestellung, Gesund = mittlere Leistung klauengesunder Tiere, Horn max. SG 3 = mittlere Leistung klauenkranker Tiere mit hochgradig ausgeprägte Klauenhornkrankheit, Haut max. SG 3 = mittlere Leistung klauenkranker Tiere mit hochgradig ausgeprägte Klauenhautkrankheit

Tabelle 4.29: 305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 305-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenkrank				Klauenhornkrank				Klauenhautkrank			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	120	7776,35	1395,57	455	7234,01	1847,53	0,0190	403	7254,76	1904,08	0,0186	182	6827,36	1659,11	0,0001
Laktation 1	37	7231,84	1067,68	159	6395,13	1500,89	0,0048	136	6378,17	1589,16	0,0056	65	6240,63	1455,74	0,0012
Laktation 2	32	7706,56	1376,17	85	7510,76	1625,21	0,9142	70	7477,24	1693,06	0,7455	46	6965,09	1540,47	0,1389
Laktation 3	23	8084,26	1537,40	81	8006,88	1615,34	0,7007	75	8021,88	1587,88	0,7558	26	7325,27	1722,30	0,1495
Laktation 3+	28	8322,71	1470,14	130	7597,50	2118,89	0,1502	122	7632,70	2156,35	0,1719	45	7246,40	1809,43	0,0511
DIM 0 - 60	23	7785,57	1441,69	76	6734,45	2291,97	0,0422	67	6704,01	2429,11	0,0477	36	6090,75	1875,49	0,0004
DIM 61 - 120	22	7781,23	1760,37	94	7030,41	1896,97	0,0756	89	7062,78	1936,66	0,0952	34	6484,53	1854,40	0,0147
DIM 121 - 240	50	7928,24	1329,72	183	7356,28	1662,13	0,1382	164	7402,34	1700,21	0,1623	67	6942,43	1242,19	0,0056
DIM > 240	25	7459,80	1130,31	102	7574,47	1667,38	0,1493	83	7613,60	1670,84	0,1343	45	7504,36	1614,94	0,2857
Anbindestall	Gesund			Klauenkrank				Klauenhornkrank				Klauenhautkrank			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	175	7003,32	1547,26	312	7053,51	1520,21	0,9442	292	7060,36	1538,13	0,9544	51	6813,25	1555,55	0,1838
Laktation 1	74	6469,22	1222,62	114	6397,12	1343,04	0,5846	108	6388,87	1372,94	0,5713	14	6195,36	1058,02	0,4018
Laktation 2	42	7305,38	1613,73	75	7430,09	1360,52	0,5409	70	7457,29	1332,77	0,6072	13	7218,85	1769,78	0,7211
Laktation 3	31	7151,48	1546,38	59	7521,20	1693,05	0,3120	54	7605,93	1716,82	0,2428	10	6442,10	1889,24	0,4101
Laktation 3+	28	7797,75	1780,91	64	7350,22	1455,08	0,2259	60	7314,93	1474,70	0,2107	14	7319,64	1366,50	0,3064
DIM 0 - 60	34	7540,12	2092,69	50	6692,68	1777,13	0,0475	46	6619,13	1795,68	0,0294	10	6227,60	1734,52	0,1506
DIM 61 - 120	27	6817,07	1722,73	77	6845,36	1335,57	0,7864	75	6843,31	1350,75	0,7803	10	6996,60	1235,43	0,9276
DIM 121 - 240	72	6924,68	1359,71	130	7287,86	1604,80	0,0766	118	7330,70	1633,53	0,0616	24	6916,00	1563,88	0,6504
DIM > 240	42	6823,31	1116,06	55	7119,00	1209,28	0,0512	53	7148,55	1197,92	0,0422	7	7035,71	1805,39	0,3775

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.30: 305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenkranker Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenkrankheiten des Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 305-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenkrank Grad 1				Klauenkrank Grad 2				Klauenkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	120	7776,35	1395,57	224	7594,75	1854,41	0,5153	167	6833,46	1820,90	0,0001	64	7016,59	1659,20	0,0039
Laktation 1	37	7231,84	1067,68	84	6684,11	1396,77	0,1713	58	6154,09	1587,51	0,0012	17	5789,65	1451,84	0,0113
Laktation 2	32	7706,56	1376,17	42	7952,88	1560,58	0,4021	30	7110,07	1728,69	0,2200	13	7007,08	1259,33	0,4590
Laktation 3	23	8084,26	1537,40	42	8477,17	1452,34	0,6602	24	7229,13	1613,40	0,1063	15	7934,47	1658,50	0,6920
Laktation 3+	28	8322,71	1470,14	56	8030,30	2336,37	0,3878	55	7226,35	2013,41	0,0479	19	7396,26	1512,94	0,1507
DIM 0 - 60	23	7785,57	1441,69	34	7530,56	2254,02	0,5216	31	6096,52	2352,02	0,0015	11	6071,55	1461,75	0,0056
DIM 61 - 120	22	7781,23	1760,37	48	7217,67	1917,64	0,1050	32	7000,94	1693,25	0,1257	14	6455,79	2263,61	0,1098
DIM 121 - 240	50	7928,24	1329,72	97	7629,68	1802,39	0,5459	63	6873,19	1427,25	0,0036	23	7526,52	1382,06	0,5745
DIM > 240	25	7459,80	1130,31	45	7970,18	1515,62	0,0617	41	7198,88	1910,23	0,4190	16	7424,00	1171,10	0,9325

Anbindestall	Gesund			Klauenkrank Grad 1				Klauenkrank Grad 2				Klauenkrank Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	175	7003,32	1547,26	194	7030,76	1537,19	0,7325	98	7025,59	1491,20	0,4191	20	7410,95	1526,13	0,8821
Laktation 1	74	6469,22	1222,62	74	6331,66	1399,20	0,6840	36	6379,89	1191,20	0,4461	4	7763,25	1072,71	0,1483
Laktation 2	42	7305,38	1613,73	56	7414,80	1267,83	0,3919	13	7366,62	1623,59	0,8425	6	7710,33	1810,97	0,8331
Laktation 3	31	7151,48	1546,38	32	7608,63	1743,79	0,1350	21	7533,43	1654,72	0,7248	6	7012,17	1756,29	0,4979
Laktation 3+	28	7797,75	1780,91	32	7397,47	1513,87	0,3342	28	7316,57	1431,54	0,4296	4	7207,75	1508,37	0,4470
DIM 0 - 60	34	7540,12	2092,69	34	6450,94	1786,80	0,0588	12	7426,00	1824,54	0,4654	4	6547,50	1190,47	0,2272
DIM 61 - 120	27	6817,07	1722,73	45	6897,16	1353,15	0,9929	24	6556,46	1278,33	0,4845	8	7420,75	1343,89	0,4926
DIM 121 - 240	72	6924,68	1359,71	82	7422,55	1606,83	0,0164	43	6993,63	1530,11	0,8254	5	7609,40	2181,30	0,5017
DIM > 240	42	6823,31	1116,06	33	6836,79	1044,79	0,4281	19	7437,63	1347,56	0,0410	3	8205,33	1275,33	0,0138

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.31: 305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhornerkrankter Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten des Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 305-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenhorn Grad 1				Klauenhorn Grad 2				Klauenhorn Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	120	7776,35	1395,57	203	7657,44	1900,08	0,5413	149	6809,77	1848,32	0,0001	51	6952,04	1763,39	0,0023
Laktation 1	37	7231,84	1067,68	71	6712,93	1478,27	0,1085	53	6133,66	1630,56	0,0009	12	5477,42	1619,49	0,0002
Laktation 2	32	7706,56	1376,17	36	7928,83	1607,05	0,4834	25	7104,44	1829,11	0,2473	9	6706,44	1169,12	0,2002
Laktation 3	23	8084,26	1537,40	42	8477,17	1452,34	0,6558	20	7004,15	1390,10	0,0328	13	8116,69	1679,44	0,7118
Laktation 3+	28	8322,71	1470,14	54	8080,80	2361,43	0,4459	51	7291,71	2055,96	0,0977	17	7232,35	1504,98	0,0877
DIM 0 - 60	23	7785,57	1441,69	32	7585,22	2308,63	0,5796	27	5956,04	2478,18	0,0018	8	5703,63	1538,89	0,0028
DIM 61 - 120	22	7781,23	1760,37	44	7294,02	1970,87	0,1561	31	7008,68	1720,66	0,1411	14	6455,79	2263,61	0,1098
DIM 121 - 240	50	7928,24	1329,72	89	7702,90	1832,36	0,6530	56	6892,21	1453,74	0,0035	19	7498,00	1427,93	0,5403
DIM > 240	25	7459,80	1130,31	38	8032,58	1560,14	0,0553	35	7160,26	1841,46	0,5838	10	7608,20	1038,25	0,5212

Anbindestall	Gesund			Klauenhorn Grad 1				Klauenhorn Grad 2				Klauenhorn Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	175	7003,32	1547,26	181	7058,24	1557,32	0,6623	93	6989,53	1493,58	0,3420	18	7447,56	1600,04	0,8901
Laktation 1	74	6469,22	1222,62	70	6326,91	1430,53	0,5288	34	6354,74	1220,67	0,4939	4	7763,25	1072,71	0,1352
Laktation 2	42	7305,38	1613,73	53	7488,70	1221,28	0,3736	12	7201,92	1578,29	0,6425	5	7737,20	2023,39	0,7656
Laktation 3	31	7151,48	1546,38	29	7704,69	1752,59	0,0929	20	7589,90	1676,82	0,6120	5	7097,20	1949,74	0,6894
Laktation 3+	28	7797,75	1780,91	29	7390,38	1572,08	0,3712	27	7249,78	1413,65	0,2819	4	7207,75	1508,37	0,4388
DIM 0 - 60	34	7540,12	2092,69	32	6402,66	1806,39	0,0372	11	7272,00	1829,97	0,3766	3	6534,33	1457,66	0,3773
DIM 61 - 120	27	6817,07	1722,73	44	6884,80	1366,22	0,9837	23	6563,09	1306,64	0,4979	8	7420,75	1343,89	0,4926
DIM 121 - 240	72	6924,68	1359,71	73	7523,40	1631,11	0,0096	40	6944,20	1540,40	0,9025	5	7609,40	2181,30	0,5017
DIM > 240	42	6823,31	1116,06	32	6891,19	1012,91	0,3171	19	7437,63	1347,56	0,0410	2	8520,00	1630,59	0,0279

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

Tabelle 4.32: 305-Tage-Leistung klauengesunder und klauenhauterkrankter Tiere in Abhängigkeit vom maximalen Schweregrad der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten Tieres

DIM = Laktationstag (day in milk) zum Diagnosezeitpunkt, n = absolute Tierzahl, Ø kg = 305-Tage-Leistung in Milch kg, SD = Standardabweichung, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen den Standardlaktationsleistungen

Laufstall	Gesund			Klauenhaut Grad 1				Klauenhaut Grad 2				Klauenhaut Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	120	7776,35	1395,57	58	7098,22	1397,96	0,0486	78	6631,64	1797,40	0,0001	46	6817,72	1705,06	0,0027
Laktation 1	37	7231,84	1067,68	27	6736,11	1032,25	0,1924	26	6001,73	1666,46	0,0013	12	5643,42	1540,46	0,0024
Laktation 2	32	7706,56	1376,17	15	7588,00	1353,43	0,9279	19	6510,95	1731,08	0,0267	12	6905,50	1258,47	0,3368
Laktation 3	23	8084,26	1537,40	7	7393,71	862,56	0,2879	9	6978,56	2273,06	0,1752	10	7589,40	1717,46	0,4682
Laktation 3+	28	8322,71	1470,14	9	7138,44	2393,15	0,0273	24	7279,50	1645,91	0,0844	12	7261,17	1804,02	0,2831
DIM 0 - 60	23	7785,57	1441,69	10	6868,30	1785,47	0,1373	17	5819,88	2120,92	0,0004	9	5738,44	1324,64	0,0024
DIM 61 - 120	22	7781,23	1760,37	12	6522,25	965,14	0,0311	12	6633,08	2068,32	0,1032	10	6261,00	2480,94	0,0815
DIM 121 - 240	50	7928,24	1329,72	26	7162,04	1359,64	0,1023	28	6521,96	1005,91	0,0004	13	7408,85	1267,30	0,8448
DIM > 240	25	7459,80	1130,31	10	7853,40	1330,14	0,2607	21	7434,19	1966,51	0,4194	14	7360,29	1236,42	0,9791

Anbindestall	Gesund			Klauenhaut Grad 1				Klauenhaut Grad 2				Klauenhaut Grad 3			
	n	Ø kg	SD	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*	n	Ø kg	SD	p-Wert*
Gesamt	175	7003,32	1547,26	5	7232,00	1322,34	0,3004	20	6960,60	1874,15	0,3231	5	7232,00	1322,34	0,6701
Laktation 1	74	6469,22	1222,62	9	6264,78	1047,89	0,6542	4	5799,00	1179,43	0,2604	1	7156,00	-	0,7793
Laktation 2	42	7305,38	1613,73	7	7044,86	1808,35	0,6857	4	6937,00	2109,87	0,6518	2	8391,50	1153,29	0,3152
Laktation 3	31	7151,48	1546,38	4	6423,25	1437,16	0,8264	5	6428,20	2544,77	0,5672	1	6587,00	-	0,5307
Laktation 3+	28	7797,75	1780,91	6	6785,67	1236,75	0,2309	7	8018,14	1201,37	0,9036	1	5634,00	-	0,1648
DIM 0 - 60	34	7540,12	2092,69	6	6364,00	1276,93	0,6260	3	5835,00	3018,36	0,1620	1	6587,00	-	0,3675
DIM 61 - 120	27	6817,07	1722,73	4	7096,00	785,83	0,8245	3	6528,33	1486,41	0,7127	3	7332,33	1793,01	0,7319
DIM 121 - 240	72	6924,68	1359,71	14	6724,71	1546,24	0,9730	1	7183,80	1630,98	0,4117	0	-	-	-
DIM > 240	42	6823,31	1116,06	2	5695,00	847,11	0,0976	4	7571,00	2145,22	0,0804	1	7576,00	-	0,2334

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes

5 Diskussion

5.1 Material und Methoden

In der vorliegenden Arbeit wurde die Klauengesundheit und deren Auswirkung auf die Milchleistung bei 1435 Fleckviehkühen in 35 Betrieben untersucht. Eine Fall-Kontroll-Studie auf Tierebene, wie sie MAIER (2006) auf einer Milchviehanlage in Sachsen durchführte, konnte aufgrund der durchschnittlichen Herdengröße bayrischer Fleckviehbetriebe von 30 - 70 Tieren nicht durchgeführt werden. Die betrieblichen Unterschiede in Fütterung, Haltung und Management wurden jedoch in der statistischen Auswertung berücksichtigt, in dem der Betriebsfaktor durch die Variablen „Herdenniveau“ und „Haltungsform“ als zufälliger Effekt berechnet wurde.

Die Erhebung der Klauengesundheitsdaten erfolgte während der funktionellen Klauenpflege. Nicht dokumentiert wurden der Verlauf und die Dauer einer Klauenerkrankung. Für klauengesunde Tiere zum Zeitpunkt der Klauenpflege bestand zudem die Möglichkeit zu einem späteren Zeitpunkt an einer Klauenkrankheit zu erkranken. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass die tatsächliche Klauenkrankheitsprävalenz in der vorliegenden Untersuchung unterschätzt wurde. Von einem Zweitbesuch oder einer Beobachtung über die gesamte Laktation, wie es mit dem Model einer Kohortenstudie möglich gewesen wäre, wurde zugunsten der Akzeptanz der Studie bei den Betriebsleitern abgesehen.

Um den von WHAY et al. (2002) beschriebenen Einfluss unterschiedlicher Bewerter zu minimieren, wurde die Klauengesundheit in der vorliegenden Studie ausnahmslos von einer Person beurteilt. Die Nomenklatur des verwendeten Diagnoseschlüssels der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) folgt weitgehend der durch ESPINASSE et al. (1984) standardisierten internationalen Terminologie. Die Definitionen der einzelnen Schweregrade wurden ebenfalls dem Bewertungsschema der DLG entnommen (HERMANN u. LANDMANN, 2007). Diese können jedoch z.T. von anderen postulierten Schemata abweichen, was eine Vergleichbarkeit v.a. mit internationalen Studien erschwert (z.B. die Schweregraddefinition des Weiße-Linie-Defektes im ‚ABC foot score‘ von BERGSTEN (2000)). Zusätzlich differieren, neben den Schweregraddefinitionen, zum Teil auch die Definitionen einzelner Klauenerkrankungen innerhalb der Sprachräume. So wird z.B. im deutschsprachigen Raum deutlich zwischen einzelnen Sohlengeschwüren unterschieden, während im Angelsächsischen oft allgemeiner von ‚sole ulcer‘ gesprochen wird. Damit wird zwar zumeist das Rusterholz’sche Sohlengeschwür gemeint, es können jedoch auch Sohlengeschwüre anderer Lokalisation darunter zusammengefasst sein. Genannte Faktoren sind bei der Interpretation der hier vorliegenden Ergebnisse und dem Vergleich mit den anderen Studien zum Thema Klauengesundheit zu berücksichtigen.

5.2 Haltungsform und Klauengesundheit

In der durchgeführten Untersuchung wiesen rund zwei Drittel der untersuchten Fleckviehkühe mindestens einen Klauenbefund auf. Offen bleibt, ob dieser hohe Anteil an klauenkranken Tieren durch die Sensibilität des für die Erfassung verwendeten DLG-Schemas verursacht wurde, oder ob die Klauen bayerischer Fleckviehkühe den haltungsbedingten Anforderungen tatsächlich nicht gewachsen sind. Um dies zu validieren, wäre die Erfassung der Lahmheitsgrade von Vorteil gewesen, was aus Gründen der Umsetzbarkeit während des regulären Klauenpflegetermins in der vorliegenden Untersuchung nicht getan wurde.

Deutlich zu beobachten war der Einfluss des jeweiligen Haltungssystems: Laufstalltiere wiesen nicht nur eine höhere Klauenkrankheitsprävalenz auf, sondern waren auch durchschnittlich schwerer betroffen als Tiere in Anbindung. Während die Klauengesundheit in Anbindehaltung hauptsächlich durch den fehlenden Abrieb negativ beeinflusst wird und durch regelmäßig durchgeführte funktionelle Klauenpflege deutlich verbessert werden kann, wirken im Laufstall viele verschiedene Faktoren auf die Klauengesundheit ein. Neben technischen Einflussfaktoren wie Lauf- und Liegeflächenbeschaffenheit spielen auch weitere Managementfaktoren, wie Herdengröße und Intensität der Einzeltierbeobachtung für die Klauengesundheit im Laufstall eine große Rolle. Auch KÜMPER (2000), DIPPEL et al. (2009), sowie HAGEN u. MÜLLING (2012) schreiben genannten Faktoren großen Einfluss zu. Gemeinsam mit der höheren Mobilität der Laufstalltiere könnte der hohe Infektionsdruck im Laufstall zudem zu einem rascheren Voranschreiten der Klauenerkrankungen gegenüber Tieren in Anbindehaltung führen, was den durchschnittlich höheren maximalen Schweregrad pro Tier im Laufstall erklären würde. Daneben werden klauenkranke Tiere durch automatisierte Abläufe und größere Tierzahlen im Laufstall womöglich später erkannt als in Ställen mit Anbindehaltung. Auch ALBAN (1995) erklärte die von ihr beobachtete positive Korrelation der Lahmheitsprävalenz mit der Herdengröße durch reduzierten Tierkontakt des Personals. Da eine Einzeltierbehandlung im Laufstall mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden ist, könnten geringgradig klauenkranke Tiere in diesem Haltungssystem möglicherweise auch bewusst in Kauf genommen werden. Die Beobachtungen der vorliegenden Untersuchung bestätigen die Ergebnisse der Arbeiten von FIEDLER (2000), COOK (2008) und KUJALA (2008), die ebenfalls von einem höheren Klauenkrankheitsrisiko für Laufstalltiere berichten. Auch sie vermuten, dass dies auf harte, feuchtere Laufflächen, unkomfortable Liegeboxen und einen höheren Sozialstress der Tiere zurückzuführen ist.

Einzig für das Rusterholz'sche Sohlengeschwür (RSG) konnte in der vorliegenden Untersuchung eine höhere Prävalenz für Tiere in Anbindung festgestellt werden. Hier traten doppelt so viele Erkrankungen auf (6,1 %) wie in der Gruppe der Laufstalltiere (2,6 %). Ursächlich hierfür könnte die

Tatsache sein, dass Tiere in Anbindung durch den fehlenden Abrieb und der Entstehung falscher Belastungsverhältnisse für Sohlengeschwüre besonders prädisponiert sind. Dies begründet vermutlich auch, warum auf Klauenebene bei Tieren in Anbindehaltung deutlich mehr klauenhornassoziierte Befunde diagnostiziert wurden als bei Laufstalltieren (LS: 75,0 %, AS: 90,9 %), bei denen die Möglichkeit der freien Bewegung eher einen natürlicheren Abrieb gewährleisten kann. Ähnlicher Meinung sind auch FIEDLER (2000), HUBER (2002) sowie BIELFELDT et al. (2005), die in ihren Untersuchungen ebenfalls mehr Rusterholz'sche Sohlengeschwüre bei Tieren in Anbindehaltung beobachten konnten. Auch sie machen dafür den fehlenden Abrieb und die daraus folgende unphysiologische Belastung verantwortlich.

Im Gegensatz zu den von MAIER (2006) und SANDERS et al. (2009) festgestellten Prävalenzen (24,0 %, 16,0 %) scheinen die hier ermittelten RSG-Prävalenzen jedoch vergleichsweise gering (LS: 3,6 %, AS: 6,2 %). Dies könnte auf den Versuchsaufbau zurückzuführen sein. So gehen KUJALA (2008) davon aus, dass die tatsächliche Häufigkeit von Sohlengeschwüren leicht unterschätzt wird, wenn die Befunde nur einmalig erhoben werden, wie es in der vorliegenden Untersuchung der Fall war. Auch die jeweils untersuchte Rasse könnte für abweichende Sohlengeschwür-Prävalenzen verantwortlich sein. Mit dem Einsetzen der Laktation kommt es zu einem verstärkten Abbau von Körperfett, mit dem auch die Stärke des Ballenkissens der Klauen reduziert wird und dessen schützender Dämpfungseffekt verloren geht (RÄBER et al., 2006). OIKONOMOU et al. (2014) und TOHOLJ et al. (2014) bestätigen ein gehäuftes Auftreten von Sohlengeschwüren bei verringerter Ballenkissendicke. Es ist zu vermuten, dass die Rasse Fleckvieh diesen Abbau von Körperfettreserven aufgrund der genetischen Bestimmung als Zweinutzungsrasse restriktiver betreibt als die von MAIER (2006) und SANDERS et al. (2009) untersuchten Tiere der Rasse Holstein Friesian. Mit dem Körperfett bleibt vermutlich auch der schützende Effekt des Ballenkissens beim Fleckvieh besser erhalten. So konnten YAN et al. (2006) bei Tieren der milchbetonten Rasse Holstein Friesian weniger Energieaufwendung für die Erhaltung der Körperkondition nachweisen als bei Tieren der Rasse Norwegisches Rotvieh. Auch KUJALA (2008) berichtet von einem deutlichen Rasseeinfluss auf die Klauengesundheit und ermittelte für Holstein Friesian-Kühe ein höheres Sohlengeschwür-Risiko als für Tiere der Rasse Ayrshire. Neben den Faktoren Versuchsaufbau oder Rasse dürfte auch die regelmäßig durchgeführte Klauenpflege aller teilnehmenden Betriebe eine mögliche Erklärung für die vergleichsweise geringe RSG-Prävalenz in der vorliegenden Studie sein. Der deutliche Unterschied zwischen Laufstalltieren und Tieren in Anbindehaltung der vorliegenden Untersuchung lässt allerdings vermuten, dass die präventive Wirkung der Klauenpflege weiter verbessert werden könnte, wenn der übliche 12-monatige Abstand zwischen zwei Klauenpflegemaßnahmen verringert wird.

Im Gegensatz zu den Klauen der Tiere in Anbindehaltung waren die Klauen der Laufstalltiere signifikant öfter von Erkrankungen der Klauenhaut betroffen als Tiere in Anbindehaltung (LS: 25,0 %, AS: 9,1 %), die im Wesentlichen durch die Diagnose Dermatitis Digitalis repräsentiert wurden (LS: 16,9 %, AS: 3,4 %). Dieser Beobachtung liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit die zumeist feuchteren Laufflächen in Laufställen der teilnehmenden Betriebe zu Grunde. Unhygienische Laufflächen belasten einerseits die Klauenhaut chemisch und physikalisch und können andererseits auch den hohen Infektionsdruck in Laufställen erklären, der durch den Zukauf von Dermatitis Digitalis-positiven Trägartieren zusätzlich verschärft werden kann. Auch BERGSTEN (1997) führt ein gehäuftes Auftreten von Dermatitis Digitalis auf feuchtere Laufflächen und den allgemeinen Hygienestatus im Laufstall zurück. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen die Beobachtungen von FIEDLER (2000), HUBER (2002), BIELFELDT et al. (2005), SOGSTAD et al. (2005b) und CRAMER et al. (2009), die für Laufstalltiere ebenfalls ein deutlich höheres Dermatitis Digitalis-Risiko feststellten als für Tiere in Anbindehaltung.

Für beide Haltungssysteme gleichermaßen konnten der Weiße-Linie-Defekt (LS: 40,3 %, AS: 33,2 %) und die Klauenrehe (LS: 34,7 %, AS: 26,8 %) als die häufigsten Klauenerkrankungen identifiziert werden. Dem zugrunde liegen vermutlich die hohe Milchleistung und der damit verbundene, hohe Energiebedarf moderner Milchkühe, insbesondere zum Zeitpunkt der Hochlaktation. Um einem energetischen Mangel entgegenzuwirken, wird vermehrt Kraftfutter zugefüttert, da der Energieanteil im Grundfutter nicht beliebig gesteigert werden kann. Der verstärkte Einsatz von leicht verdaulichen Kohlenhydraten geht jedoch meist mit gleichzeitiger Verdrängung von strukturwirksamen Kohlenhydraten (Rohfaser) und somit auf Kosten einer wiederkäuergerechten Fütterung einher. Das so erhöhte Risiko einer subklinischen Pansenazidose zieht auch ein vermehrtes Klauenrehe-Risiko nach sich. Der Weiße-Linie-Defekt kann als reheassoziierte Klauenkrankheit unter denselben Gedankengang geordnet werden.

Auch MAIER (2006), VAN DER LINDE et al. (2010) und SCHÖPKE et al. (2013) konnten die Klauenrehe als häufigste Klauenkrankheit ihrer Untersuchungen feststellen. Mit 30,0 - 78,9 % ermittelten sie bei der untersuchten Rasse Holstein Friesian zum Teil jedoch deutlich höhere Reheprävalenzen als es in der vorliegenden Untersuchung der Fall war. Diese könnten durch das höhere Milchleistungsniveau der Rasse Holstein Friesian verursacht sein, das, wie bereits erwähnt, einen hohen Energiegehalt der Ration fordert, welcher das Risiko einer Pansenazidose und somit auch das einer Klauenrehe erhöht (KLEEN et al., 2003). Neben dem jeweiligen Milchleistungsniveau der untersuchten Rasse spielt so vermutlich auch das individuelle Fütterungsmanagement des untersuchten Betriebes eine zentrale Rolle. In der vorliegenden Untersuchung wurden 35 Betriebe besucht und so der Einfluss des betriebseigenen Faktors Fütterungsmanagement möglicherweise relativiert, während z.B.

MAIER (2006) ihre Studie auf einem einzigen Betrieb durchführte. Ob die ermittelten Reheprävalenzen auf die jeweilige Rationsgestaltung zurückzuführen sind, kann nur durch die Analyse entnommener Futterproben evaluiert werden. Auf diese wurde in der vorliegenden Untersuchung aus finanziellen Gründen verzichtet. SOMERS et al. (2005b) und DANSCHER et al. (2009) konnten raufutterreichen Rationen jedoch einen deutlich positiven Einfluss auf die Klauengesundheit nachweisen.

Für die abweichenden Reheprävalenzen vergleichender Untersuchungen spielt nicht zuletzt auch die Definition der Klauenrehe selbst eine Rolle. Während MAIER (2006) die Doppelsohle und BIELFELDT et al. (2005) Veränderungen der Weißen-Linie als Folge der Klauenrehe innerhalb der Definition Klauenrehe aufführten, wurden in der vorliegenden Untersuchung reheassoziierte Krankheiten wie Doppelte Sohle und Weiße-Linie-Defekt nach der Definition des Diagnoseschlüssels der Deutschen Landwirtschafts- Gesellschaft (DLG) als eigenständige Erkrankungen diagnostiziert. Auch das könnte unter anderem ein Grund für die z.T. deutlich geringere Klauenreheprävalenz der vorliegenden Untersuchung sein.

Die Definition des Weiße-Linie-Defektes (WLD) als eigenständige Krankheit erklärt gleichzeitig vermutlich auch die vergleichsweise hohe Prävalenz des Weiße-Linie-Defektes der vorliegenden Arbeit (LS: 40,3 %, AS: 33,2 %) gegenüber den Untersuchungen durch SCHÖPKE et al. (2013) und VAN DER LINDE et al. (2010). Die genannten Autoren stellten in Laufställen deutlich geringere WLD-Prävalenzen fest (12,6 % / 11,0 %). Trotz der Rückführung der hohen WLD-Prävalenz auf die hier angewandte Definition der Krankheit, überraschte die Häufigkeit der Weißen-Linie-Defekte für Tiere in Anbindehaltung. Es ist zu vermuten, dass die hohe Lebendmasse der Rasse Fleckvieh, vor allem bei bereits durch Rehe vorgeschädigten Klauen, auch in Anbindung zu einem gehäuftem Auftreten von Weiße-Linie-Defekten führt, obwohl die Erkrankung in der zur Verfügung stehenden Literatur vor allem mit viel Bewegung auf rauem Boden, vermehrter Interaktion zwischen den Tieren, eingetretenen Steinen o.ä., Verletzungen an Kanten und Ecken und längeren Stehzeiten in Verbindung gebracht wird (FIEDLER, 2000; SOGSTAD et al., 2005a; BARKER et al., 2009).

Der Anteil der geringgradig ausgeprägten Klauenerkrankungen zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung in beiden Haltungssystemen auffällig hoch (LS: 69,6 %, AS: 72,3 %). Dies kann möglicherweise mit der Anwendung des DLG-Schemas begründet werden, das Klauenerkrankungen sehr sensibel beurteilt. Zudem werden Klauenerkrankungen durch die regelmäßige funktionelle Klauenpflege, die in teilnehmenden Betrieben durch die Höchstädter Klauenpflege GmbH durchgeführt wird, bereits in einem frühen Stadium erfasst und therapiert. Ebenfalls haltungsunabhängig verteilten sich bis zu 82,0 % der diagnostizierten Klauenbefunde auf die Hintergliedmaßen. Diese Prädisposition der Hintergliedmaßen ist auf die natürliche Anatomie (feste

Verbindung der Hintergliedmaße mit dem Becken) und Biomechanik (Gangbild und Schrittführung) des Rindes zurückzuführen (RAVEN, 1989; SCHMID et al., 2009; MUGGLI et al., 2011). Es ist jedoch denkbar, dass durch die nachhaltige Zucht auf Milchleistung eine zusätzliche, haltungsunabhängige Mehrbelastung der Hintergliedmaßen verursacht wird, die womöglich v.a. das Risiko belastungsinduzierter Klauenerkrankungen verstärken kann. Die Milchleistung bayrischer Fleckviehkühe konnte in Bayern innerhalb der letzten 10 Jahre um rund 1000 kg Milch gesteigert werden (LKV, 2013b). Damit war ebenfalls eine Zunahme des Eutervolumens, des Rahmens und der Lebendmasse zu verzeichnen, während die Sohlenfläche der Klauen nahezu unverändert blieb (FESSL, 1980; SIGMUND, 2009). Bei Tieren in Anbindeställen konnte aufgrund der zunehmenden Rahmengröße zudem ein gehäuftes Stehen auf Gitterrosten und Kotkanten beobachtet werden, während Laufstalltiere in der vorliegenden Untersuchung durch harte, unnatürliche Laufflächen prädisponiert scheinen.

5.3 Klauengesundheit in Abhängigkeit der Laktationsnummer/Laktationsphase

Vor allem erstlaktierende Laufstalltiere fielen in der vorliegenden Untersuchung durch ein hohes Klauenreherisiko und eine hohe Prävalenz an Klauenhautkrankheiten auf. Während in genannter Gruppe 30,7 % der Tiere an Dermatitis Digitalis erkrankt waren, waren in der Gruppe der Kühe mit mehr als drei Laktationen nur noch 17,4 % betroffen. Möglicher Grund hierfür könnte der enorme Stress sein, dem Jungkühe nach der ersten Kalbung unterliegen (Kalbung, Umstallung, Rationsumstellung usw.). Die dadurch bedingte Immunsuppression wirkt wiederum prädisponierend für infektiöse Klauenhauterkrankungen (ZEM LJIC, 2002; BLOWEY et al., 2004). Auch in den Untersuchungen von MANSKE et al. (2002b) und SOMERS et al. (2005b) nahm die Dermatitis Digitalis-Prävalenz bei Holstein Friesian Kühen in ähnlichem Rahmen ab, sodass davon ausgegangen werden kann, dass der Effekt der Haltung einen größeren Einfluss hat als der Effekt der Rasse.

Die höchste Prävalenz für Klauenhornerkrankungen (78,3 %) hatten Laufstalltiere mit mehr als drei Laktationen. Hier fiel vor allem der hohe Anteil an klauenrehe-assoziierten Krankheiten wie der Weiße-Linie-Defekt (50,2 %) und die Doppelsohle (18,8 %) auf. Ältere Kühe waren möglicherweise bereits wiederholt an Klauenrehe erkrankt und damit anfälliger für Weiße-Linie Defekte oder Doppelsohlen. BARKER et al. (2009) und KUJALA et al. (2010) vermuten bei älteren Tieren bereits den Status einer chronischen Klauenrehe. Auch in der Gruppe Anbindehaltung war das Risiko einer Klauenhornerkrankung bei Tieren mit mehr als drei Laktationen am größten. Mit dem Risiko der „Stallklauen-Bildung“, bedingt durch einen mangelnden Sohlenabrieb, erhöht sich für diese Tiere auch das Risiko für Sohlengeschwüre. DIPPEL et al. (2009) gehen zudem davon aus, dass ältere Tiere gewöhnlich größer und schwerer sind als Jungkühe, was sich vor allem in Anbindehaltung bei zu

kurzen Standlängen negativ auswirken kann. All diese Einflüsse könnten auch im vorliegenden Fall für die hohe Prävalenz der Klauenhornkrankheiten bei älteren Fleckviehkühen verantwortlich sein.

WELLS et al. (1993a), LIVESEY et al. (2000) und SOGSTAD et al. (2005a) machen bei der Rasse Holstein Friesian ähnliche Beobachtungen, sodass eine besondere genetische Disposition der Rasse Fleckvieh unwahrscheinlich scheint, jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Auffallend gering war die Klauenkrankheitsprävalenz für Laufstalltiere der zweiten Laktation. Neben einem generellen geringeren Klauenkrankheitsrisiko für diese Tiere (Erstlaktierende: hohes Risiko an infektiösen Klauenhautkrankheiten und Klauenrehe, ältere Tiere: hohe Prävalenz an Klauenhornkrankheiten), kann davon ausgegangen werden, dass dieser Effekt auf das Betriebsmanagement und einer vermehrten Selektion auf klauengesunde Erstlingstiere zurückzuführen ist. Ähnlich begründeten auch ALBAN (1995) und RAJALA-SCHULTZ et al. (1999) ihre Beobachtungen einer geringeren Klauenkrankheitsprävalenz für Tiere der zweiten Laktation.

In der vorliegenden Studie wurden die meisten Klauenhornkrankheiten zwischen dem 61. und 120. Laktationstag diagnostiziert. Deren ermittelte Prävalenzen waren zu diesem Zeitpunkt in beiden Haltungssystemen auffallend hoch (LS: 77,9 %, AS: 72,0 %). Es ist zu vermuten, dass betroffene Tiere zu Laktationsbeginn an einer subakuten Pansenazidose und in deren Folge an einer subklinischen Klauenrehe erkrankt waren. Das bei Klauenrehe produzierte minderwertige Horn erreicht bei normalem Hornwachstum nach ca. zwei Monaten (\approx DIM 60) die Oberfläche und kann prädisponierend für weitere Klauenhornerkrankungen sein. Erstaunlich ist, dass auch Tiere bis zum 120. Laktationstag betroffen waren. Eine mögliche Erklärung hierfür können die Ergebnisse von TARLTON et al. (2002) liefern, die in ihren Untersuchungen ein peripartal reduziertes Hornwachstum feststellen konnten. Deckend mit der vorliegenden Untersuchung ist die Prävalenz von Klauenhornkrankheiten auch in der Literatur zur Zeit des Laktations-Peaks als am höchsten beschrieben (LOGUE et al., 1998; HOLZHAUER et al., 2008b; SANDERS et al., 2009; OBERBAUER et al., 2013). Auffallend war jedoch, dass sich die Unterschiede zwischen den einzelnen Laktationsphase-Gruppen in der vorliegenden Arbeit nur im Anbindestall als signifikant erwiesen, im Laufstall hingegen nicht. Wie bereits angeführt, kommt es durch den fehlenden Abrieb im Anbindestall zu einem vermehrten Aufkommen von Klauenhornerkrankungen. Durch eine vorangegangene Klauenrehe kann dieses zusätzlich verstärkt werden. Es scheint, dass die Bewegungsmöglichkeit im Laufstall die Bildung von Sohlengeschwüren durch den Abrieb der Klauen präventiv verhindern kann. Möglicherweise werden hier Unterschiede zwischen den Laktationsphase-Gruppen auch durch die größere Diagnosevielfalt der Laufstalltiere verdeckt. So konnten Klauenhautkrankheiten, von denen Laufstalltiere signifikant häufiger betroffen waren als Tiere in Anbindehaltung, in der vorliegenden Studie vermehrt in der Früh-laktation diagnostiziert werden. Das entspricht den Ergebnissen von

HOLZHAUER et al. (2006) und OBERBAUER et al. (2013) und wird von BLOWEY et al. (2004) und SOMERS et al. (2005a) mit der peripartalen Immunsuppression und dem Stress durch Kalben und Umstallen begründet.

5.4 Klauengesundheit und Milchleistung

Durch eine wechselseitige Beeinflussung von individueller Milchleistung und Klauengesundheit, die bereits FJELDAAS et al. (2006) und DIAZLIRA et al. (2011) postulieren, wird die Aussage einer isolierten Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung erschwert. Zwar halten HASKELL et al. (2006), KUJALA et al. (2010), SANDERS et al. (2009) und auch OBERBAUER et al. (2013) die gegenseitigen Einflüsse für überschätzt, allerdings ist vor allem eine beobachtete Zunahme der Milchleistung bei lahmen Tieren, wie sie BARKEMA et al. (2004) feststellen konnten, höchstwahrscheinlich auf eine hohe Einsatzleistung und deren erhöhtes Klauenkrankheitsrisiko zurückzuführen. Um eine gesicherte Aussage über den Effekt der Klauengesundheit auf die Milchleistung treffen zu können, wurde der mögliche Einfluss des individuellen Milchleistungsniveaus des Tieres kritisch hinterfragt. Eine Einteilung in verschiedene Leistungsklassen nach der aktuellen Laktationsleistung zeigt sich bei einer eventuell beeinflussten Milchleistung als nicht zielführend. Bei BIELFELDT et al. (2005) und KUJALA et al. (2010) erfolgte die Einteilung der Tiere daher nach deren Vorjahresleistung. Dies auf die durchgeführte Untersuchung zu übertragen, hätte jedoch zum Ausschluss aller Erstlingskühe geführt. Ebenso bestärkt die Aussage von FLEISCHER et al. (2001) die zurückhaltende Anwendung, da die Autoren davon ausgehen, dass die Leistungsdaten der ersten Laktation nicht repräsentativ für die Leistungskapazität einer Kuh sind. Aus diesen Gründen wurde in der vorliegenden Untersuchung auf die Einteilung anhand der Vorjahresleistung verzichtet und das individuelle Milchleistungsniveau nicht berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung konnte nur für Laufstalltiere ein signifikanter Effekt der Klauengesundheit auf die Milchleistung beobachtet werden, nicht jedoch für Tiere in Anbindehaltung. Es ist anzunehmen, dass beobachtete Klauenkrankheiten mit Schmerzen beim Gehen und Stehen, Abliege- und Aufstehvorgang verbunden waren. Daher kann vermutet werden, dass betroffene Tiere ihre Liegezeiten ausdehnten, ihre Fresszeiten reduzierten und in Folge dessen weniger Trockenmasse aufnahmen als klauengesunde Tiere. Die damit verbundene Energieaufnahme könnte für die schlussendlich festgestellte geringere Milchleistung verantwortlich gewesen sein. Aus diesem Grunde wäre es sinnvoll gewesen, neben den Klauenbefunden auch die Lahmheitsgrade, und damit indirekt die Schmerzhaftigkeit einer Klauenkrankheit zu erfassen. Hiervon wurde aufgrund der Datenerhebung während der für Tiere und Personen ungewohnt stressigen Situation der Klauenpflege Abstand genommen. Die eingeschränkte Mobilität, der kombinierte Funktionsbereich

Ruhen und Fressen und der geringere Sozialstress bei Tieren in Anbindung könnte umgekehrt der Grund dafür sein, dass die Auswirkungen einer Klauenkrankheit im Anbindestall in der vorliegenden Untersuchung weniger deutlich ausfielen als bei Tieren im Laufstall.

BAREILLE et al. (2003) und PALMER et al. (2012) konnten bei lahmen Laufstalltieren eine signifikante Reduktion der Trockenmasse-Aufnahme feststellen, was oben genannte Vermutung untermauert. MIGUEL-PACHECO et al. (2014) beobachteten für lahme Tiere signifikant weniger Besuche des Melkroboters als für gesunde Tiere.

In der vorliegenden Untersuchung zeigten Laufstallkühe der Rasse Fleckvieh mit mittel- bis hochgradig ausgeprägten Klauenerkrankungen gegenüber gesunden Vergleichstieren eine sehr deutliche Reduktion der 305-Tage-Leistung. MAIER (2006) und ORGEL (2010) konnten in ihren Studien bei Laufstalltieren der Rasse Holstein Friesian hingegen keinen Effekt einer Lahmheit auf die 305-Tage-Leistung nachweisen. Dies war in dieser Arbeit nur für geringgradig ausgeprägte Klauenerkrankungen der Fall, was bedeuten könnte, dass diese von den Tieren womöglich noch gut toleriert wurden. Denkbar wäre auch, dass Erkrankungen mit Schweregrad 1 nur zu kurzzeitigen Veränderungen der Milchleistung führten, da sie früh erkannt und behandelt wurden. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Milchleistung anhand der zur Verfügung stehenden Milchleistungs-Prüfdaten bemessen, die im Abstand von 30-40 Tagen ermittelt werden. Kurzzeitige Veränderungen der Milchleistung konnten so womöglich nicht erfasst werden. Hierzu wären weitere Arbeiten mit einer Untersuchung der täglichen Milchleistung notwendig.

Bei mittel- bis hochgradigen Klauenerkrankungen hingegen überstieg die in der getätigten Untersuchung festgestellte Reduktion der 305-Tage-Leistung die in der Literatur beschriebenen Verluste um ein Vielfaches. Selbst die von HERNANDEZ et al. (2005) und ARCHER et al. (2010) angegebenen hohen Verluste von 874 kg bzw. 1.018 kg Milch für Holstein Friesian Kühe mit einer hochgradigen Lahmheit konnten in der vorliegenden Untersuchung mit einer um bis zu 2.080 kg Milch verminderten 305-Tage-Leistung klauenkranker gegenüber klauengesunder Tiere überboten werden. Ob die ermittelte Dimension des klauenkrankheitsbedingten Effektes auf die Milchleistung allein auf die Rasse zurückzuführen ist, ist unklar. Zwar ist anzunehmen, dass die genetische Disposition der milchbetonten Rasse Holstein Friesian diese Tiere auch im Krankheitsfalle weiterhin vergleichsweise hohe Milchleistungen erbringen lässt, jedoch ermitteln RAJALA-SCHULTZ et al. (1999) in ihrer Untersuchung auch für die Rasse Ayrshire, die mit einer durchschnittlichen Laktationsleistung von ca. 7.000 kg der Rasse Fleckvieh relativ ähnlich ist, geringere totale Verluste der 305-Tage-Leistung (bis 311 kg). Vermutlich spielen daher auch optimierte Haltungs- und Managementbedingungen in Hochleistungsbetrieben eine wesentliche Rolle. Fast alle Betriebe der

vorliegenden Arbeit waren zum Zeitpunkt der Untersuchung überbelegt, klauenkranke Tiere hatten so vermutlich deutlich mehr Sozialstress und wurden möglicherweise von Liege- und Fressplatz verdrängt, was infolge der bereits angesprochenen reduzierten Trockenmasseaufnahme, zu dem deutlichen Milchleistungsrückgang geführt haben könnte.

In der vorliegenden Arbeit waren vor allem klauenkranke, erstlaktierende Laufstalltiere von einer signifikanten Reduktion der Milchleistung betroffen (bis 1.750 kg). Vermutlich liegt dem ein erhöhtes Stresslevel zugrunde, dem erstlaktierender Tiere durch die Kalbung, das Einsetzen der Laktation, Haltungs- und Fütterungsumstellung ausgesetzt sind und das sie möglicherweise sensibler auf Klauenerkrankungen reagieren lässt. HUZZEY et al. (2011) stellten bei primiparen Kühen, im Gegensatz zu pluriparen Tieren, häufiger eine postpartal erhöhte Konzentration des Akute-Phase-Proteins Haptoglobin fest, das durch LOMBORG et al. (2008) als Stressmarker definiert wurde. Auch die in der vorliegenden Untersuchung erhobene hohe Dermatitis Digitalis-Prävalenz unter Erstlaktierenden, (LN 1: 30,7 % LN 3+: 17,4 %) könnte ein Grund für die deutliche Reduktion der Milchleistung dieser Tiere sein. So konnten ETTEMA et al. (2007) bei einer Dermatitis Digitalis Erkrankung einen signifikanten Rückgang der Milchleistung feststellen, der durch eine besondere Schmerzhaftigkeit der Erkrankung begründet werden kann (MANSKE et al., 2002b). Auch RAJALA-SCHULTZ et al. (1999) beobachteten bei Erstlaktierenden den stärksten klauenkrankheitsbedingten Milchleistungsrückgang, während COULON et al. (1996), WARNICK et al. (2001) und ETTEMA et al. (2007) die größten Milchleistungsverluste für ältere Tiere mit mehr als drei Laktationen verzeichnen konnten und dies auf das höhere Milchleistungspotential älterer Tiere zurückführen.

Die größten Verluste in der 305-Tage-Leistung waren auf eine hochgradigen Klauenhornerkrankung in der Früh-laktation zurückzuführen. Diese differierte um bis zu 2.080 kg zwischen klauenkranken und gesunden Tieren. Dieser Effekt lässt sich zum einen durch die hohe ermittelte Krankheitsprävalenz im ersten Drittel der Laktation erklären. Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass klauenkranke Tiere selbst nach Behandlung in der aktuellen Laktation nicht mehr zum ursprünglich erwarteten Milchleistungsniveau zurückkehren, was bedeutet, dass eine Klauenerkrankung zum Zeitpunkt des Laktationshöhepunktes nicht nur zu einem Ausbleiben der Spitzenleistungen führt, sondern zu einem fortwährendem Verlust innerhalb der gesamten Laktation. Auch LANDMANN (2008) geht davon aus, dass ein klauenkrankes Tier sein Leistungspotential auch nach erfolgreicher Therapie in der betroffenen Laktation nicht mehr ausschöpfen kann. COULON et al. (1996) und ARCHER et al. (2010) konnten die größten Verluste ebenfalls bei in der Früh-laktation diagnostizierten Erkrankungen feststellen und führten dies gleicherweise auf ein höheres Krankheitsrisiko und die somit höheren Prävalenzen zu Beginn der Laktation zurück. Während GREEN

et al. (2002) und BICALHO et al. (2008) in ihren Untersuchungen mit der Rasse Holstein bei einer diagnostizierten Lahmheit in der Frühlaktation Verluste in der 305-Tage-Leistung von ca. 500 kg Milch feststellen, war die in der vorliegenden Arbeit beobachtete Reduktion um ein dreifaches größer. Dieses Ergebnis ist sicher auch auf das niedrigere Milchleistungspotential der untersuchten Fleckviehkühe in der folgenden Mitt- und Spätlaktation zurückzuführen, lässt jedoch auch vermuten, dass die Zweinutzungsrasse Fleckvieh wesentlich sensibler auf Klauenerkrankungen reagiert als die milchbetonte Rasse Holstein Friesian.

Aufgrund des deutlichen Einflusses des Zeitpunktes der Erkrankung wurde für Tiere, die sich zum Zeitpunkt der Klauenpflege im ersten Laktationsdrittel befanden, zusätzlich die 100-Tage-Leistung ausgewertet und Verluste von bis zu 700 kg Milch festgestellt. Diese Ergebnisse bekräftigen die Vermutung, dass die ermittelten Verluste in der 305-Tages-Leistung größtenteils auf eine klauenkrankheitsbedingte Reduktion der Leistung in der Frühlaktation zurückzuführen sind. Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Differenzen in der 100-Tage-Leistung liegen deutlich über den bei Holstein Friesian Kühen festgestellten Verlusten von HEUER et al. (1999) (107 kg) und ORGEL (2010) (200 kg). Auch dieser enorme Unterschied ist höchstwahrscheinlich mit der genetischen Zuchtausrichtung beider Rassen zu erklären. Während milchbetonte Rassen trotz Klauenkrankheiten möglicherweise in der Lage sind weiterhin ein hohes Milchleistungslevel zu halten, war dies für die Fleckviehkühe der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall.

6 Schlussfolgerungen

- Entgegen der Vermutung, die robuste Zweinutzungsrasse Fleckvieh wäre wenig anfällig für Klauen- und Gliedmaßenkrankungen, konnte in der vorliegenden Arbeit eine nicht unerhebliche Klauenkrankheitsprävalenz für untersuchte Fleckviehkühe festgestellt werden.
- Trotz des heutigen Wissensstandes um pathophysiologische Vorgänge und Optimierung der Fütterung der modernen Milchkuh wurden auch in dieser Untersuchung die Klauenrehe und klauenrehe-assozierte Krankheiten als häufigste Klauenkrankheiten ausgemacht.
- Vor allem das Haltungssystem Laufstall birgt in Punkto Klauengesundheit einige Risikofaktoren, die es mit gutem Management und optimierter Gestaltung von Lauf- und Liegeflächen zu minimieren gilt.
- Die Auswirkungen von Klauenerkrankungen auf die Milchleistung konnten besonders eindrucksvoll beobachtet werden. Klauenkranke Fleckviehkühe büßten bis zu 2.000 kg in der 305-Tage-Leistung ein. Klauenkrankheiten haben so, neben dem Aspekt des Tierschutzes und des Tierwohles, auch eine ganz erhebliche wirtschaftliche Relevanz in bayrischen Fleckviehbetrieben. Nimmt man die in der vorliegenden Studie ermittelte Prävalenz für hochgradige Klauenerkrankungen von 8 % für einen durchschnittlichen Laufstallbetrieb mit 60 Tieren an und legt die ermittelte Reduktion der Milchleistung zugrunde, so errechnet sich bei einem aktuellen Milchpreis von 33,9 Cent/kg ein Verlust von 3.390 Euro/Jahr. Hinzu kommen eventuelle Behandlungs- und Arzneimittelkosten und Verluste durch gesperrte Milch. Genannter Gedankengang zeigt welches finanzielle Ausmaß Klauenkrankheiten innerhalb eines Betriebes annehmen können.
- Ideologisches und ökonomisches Ziel muss eine fortwährende Verbesserung der Klauengesundheit in bayrischen Betrieben sein. Um dieses zu gewährleisten, sollte vor allem die Auswirkung einzelner Haltungs- und Managementfaktoren auf die Klauengesundheit bayrischer Fleckviehkühe weiter evaluiert werden.

7 Zusammenfassung

Maria Hanemann (2014)

Die Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung bayrischer Fleckviehkühe

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Klauengesundheit und deren Auswirkungen auf die Milchleistung bei Fleckviehkühen in Laufstall- und Anbindehaltung zu untersuchen. An der Studie nahmen 35 bayrische Betriebe im Großraum Augsburg teil, insgesamt wurden 1435 Fleckviehkühe erfasst. Die Beurteilung der Klauengesundheit fand von Januar bis August 2012 im Rahmen der regelmäßigen Klauenpflege statt, die von staatlich geprüften Klauenpflegern der Höchstädter Klauenpflege GmbH durchgeführt wurde. Die Dokumentation erfolgte nach dem allgemein gültigen Diagnoseschlüssel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG). Daten zur Beurteilung der Milchleistung wurden aus den Milchleistungsprüfdaten ermittelt, die statistische Auswertung folgte mittels multivariabler Varianzanalyse.

Bei zwei Drittel aller untersuchten Tiere konnte mindestens eine Klauenerkrankung diagnostiziert werden, der Prozentsatz der klauenkranken Tiere war dabei unter Laufstalltieren signifikant höher als unter den Tieren in Anbindehaltung (79,3 % bzw. 62,6 %). Auch für einzelne Klauenerkrankheiten, mit Ausnahme des Rusterholz'schen Sohlengeschwürs, wurden stets höhere Prävalenzen für Laufstalltiere ermittelt. Am häufigsten konnten in beiden Haltungssystemen Weiße-Linie-Defekte (40,3 % bzw. 33,2 %) und Klauenrehe (34,7 % bzw. 26,8 %) diagnostiziert werden. Laufstalltiere waren zudem durchschnittlich schwerer betroffen, als Tiere in Anbindehaltung (maximaler Schweregrad: 1,66 bzw. 1,46) und wiesen durchschnittlich mehr Diagnosen pro Tier auf (mittlere Anzahl pro Tier: 2,0 bzw. 1,4). Auf Klauenebene waren bei Tieren in Anbindehaltung signifikant mehr Klauenhornkrankheiten festzustellen als bei Tieren im Laufstall (90,1 % bzw. 75,0 %), deren Klauen deutlich häufiger von einer Klauenhautkrankheit betroffen waren (25,0 % bzw. 9,1 %). In beiden Haltungssystemen waren zu 80 % die Hintergliedmaßen betroffen.

Während erstlaktierende Laufstalltiere vorwiegend von Klauenhauterkrankungen wie der Dermatitis Digitalis betroffen waren, nahmen Klauenhornerkrankungen bei älteren Tieren in Lauf- und Anbindestall zu. Ausnahme bildete hier die Klauenrehe, die mit zunehmender Laktationsnummer abnahm. Ein auffallend geringes Klauenkrankheitsrisiko konnte für Laufstalltiere in der zweiten Laktation ermittelt werden. Für den Schweregrad der Klauenkrankheiten konnten keine Unterschiede zwischen den einzelnen Laktationsgruppen festgestellt werden. Klauenhornerkrankungen konnten in beiden Haltungssystemen am häufigsten zwischen dem 61. und

120. Laktationstag beobachtet werden, während Klauenhauterkrankungen gehäuft in der Früh-laktation auftraten. Für die Schwere der Erkrankung spielte die jeweilige Laktationsphase keine Rolle.

Eine signifikante Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung konnte nur bei Laufstallkühen beobachtet werden. Hier stellte man für klauenkranke Tiere im Vergleich zu gesunden Tieren eine wesentlich geringere 305-Tage-Leistung fest (- 542 kg Milch). Erstlingskühe waren am stärksten betroffen (- 836 kg Milch). Während geringgradig ausgeprägte Klauenhornerkrankungen (Schweregrad 1) noch zu keinen signifikanten Veränderungen der 305-Tage-Leistung führten, wurden für mittel- bis hochgradige Erkrankungen mittlere Verluste von 967 kg Milch registriert. Noch größer war die Reduktion der Milchleistung in der Gruppe der Tiere mit Klauenhauterkrankungen (bis zu - 1145 kg Milch), in der bereits geringgradige Ausprägungen der Erkrankungen negativen Einfluss auf die 305-Tage-Leistung nahmen (- 678 kg Milch). Der größte Rückgang der Milchleistung konnte bei Kühen beobachtet werden, bei denen eine Klauenerkrankung in der Startphase der Laktation diagnostiziert werden konnte (DIM 0 - 60). Hier differierte die 305-Tage-Leistung von derer gesunder Tiere um bis zu 2.080 kg Milch.

Für diese Tiere wurde zusätzlich die 100-Tage-Leistung ausgewertet. Es wurden mittlere Verluste von 670 kg Milch pro 100-Tage-Leistung festgestellt, für einzelne Krankheits- und Laktationsgruppen war der Milchleistungsrückgang noch größer. Klauenhautkrankheiten führten dabei zu größeren Einbußen in der 100-Tage-Leistung als Klauenhornkrankheiten (670 kg bzw. 500 kg Milch)

Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Klauenkrankheitsprävalenzen bestätigen, dass die Klauengesundheit auch in bayrischen Fleckviehbetrieben eine wichtige Rolle spielt. Neben dem Aspekt des Tierschutzes und des Tierwohles zeigt die deutliche Reduktion der Milchleistung klauenkranker Fleckviehkühe auch die wirtschaftliche Relevanz von Klauenkrankheiten auf. Vor allem in Laufstallbetrieben, in denen die Möglichkeit der freien Bewegung nicht unerhebliche Risiken für die Klauengesundheit birgt, sollte daher eine fortwährende Verbesserung der Klauengesundheit angestrebt, sowie regelmäßig prophylaktische Maßnahmen durchgeführt werden.

8 Summary

Maria Hanemann (2014)

The effect of claw health on milk yield of Bavarian Fleckvieh cows

The present study examined the effect of claw health on milk production for dairy cows of the breed 'Fleckvieh', housed in two different farming systems: loose house and tie stall. 35 Bavarian farms participated in the study, which included 1435 Fleckvieh cows in total. The evaluation of the claw health was part of the regular claw care, which was done by the state-certified hoof trimmers of the *Höchstädter Klauenpflege GmbH*. Documentation was done according to the generally valid diagnosis code of the German Agricultural Society (*Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft/DLG*). Information to evaluate the milk production was gathered from the available test data. Statistical analysis was performed using a multivariable analysis of variance.

Two thirds of all examined cattle were diagnosed with at least one claw disorder. The percentage of the affected animals held in loose houses was significantly higher than the one of the animals held in tie stalls (79,3 %/62,6 %). In both farming systems white-line-disease (40,3 %/33,2 %) and laminitis (34,7 %/26,8 %) were most often diagnosed. In average, animals held in loose houses were affected more severely than animals in tie stalls (average maximum degree of claw disease: 1,7/1,5). They also had a higher average of diagnoses per animal (average number per animal: 2,0/1,4). On claw level, however, significantly more claw horn diseases were found in animals kept in tie stalls than in those kept in loose houses (75,0 %/90,1 %). Loose house animals, though, were significantly more frequently affected by a claw skin disease (9,1 %/25,0 %). In both housing systems the individual claw disorders were distributed to 80 % on the hind limbs.

While animals kept in loose house in their first lactation were mainly affected by claw skin disorders such as dermatitis digitalis, claw horn disorders could increasingly be found in older animals in both housing systems. An exception was laminitis, which decreased with increasing lactation number. A notable small risk of claw disorders could be determined for loose house animals in the second lactation. In the present study, no differences in the severity of the claw disorder were found between the different lactation groups. In both of the farming systems, claw horn disorders could most commonly be observed between the 61. and 120. day in milk while claw skin disorders occurred more frequently in the beginning of the lactation. The respective phase of lactation had no influence on the severity of the disease.

A significant influence of claw health on milk production could only be discovered on loose house animals. A significant lower 305-day performance could be observed in animals with claw disorders compared to healthy animals (- 542 kg milk). Heifers were mostly affected (- 836 kg milk). While claw horn disorders of low degree (Degree 1) still did not lead to significant changes in the 305-day performance, average losses of 967 kg of milk were registered for moderate to severe disease cases. Even larger was the reduction of milk production in the group of animals with claw skin disorders compared to healthy animals (up to - 1.145 kg milk). The largest decline in milk production, though, was observed in cows which were diagnosed with a claw disorder in the start-up phase of lactation (DIM 0 - 60). In this case, the 305-day performance showed differences of up to 2080 kg milk compared to healthy animals.

In addition to the 305-day performance, the 100-day performance was evaluated for these animals. We found average losses of 670 kg of milk per 100-day performance. The decrease in milk production was even higher for individual diseases and lactation groups. It was noticeable that claw skin diseases caused a greater reduction in the 100-day performance compared to healthy animals than claw horn diseases (670 kg vs. 500 kg milk).

The claw disorder prevalence found in this study confirms that the claw health plays an important role in bavarian 'Fleckvieh' breed farms. In addition to the aspect of animal welfare and health, the reduction in milk production of 'Fleckvieh' cows with claw disorders shows the economic relevance of claw diseases. Especially in loose house farms, where the possibility of free movement causes considerably high risks for claw health, a continuing improvement in claw health as well as prophylactic measures should be found and carried out regularly.

9 Literaturverzeichnis

- ACUNA, R.; SCARSI, R. (2002): Toe ulcer: The most important Disease in first-calving Holstein Cows under grazing conditions. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, USA, 276 - 279
- AHRENS, F.; PLATZ, S.; LINK, C.; MAHLING, M.; MEYER, H. H.; ERHARD, M.H. (2011): Changes in hoof health and animal hygiene in a dairy herd after covering concrete slatted floor with slatted rubber mats: a case study. J. Dairy Sci., 94, 2341 - 2350
- ALAWNEH, J. I.; LAVEN, R. A.; STEVENSON, M. A. (2011): The effect of lameness on the fertility of dairy cattle in a seasonally breeding pasture-based system. J. Dairy Sci., 94, 5487 - 5493
- ALBAN, L. (1995): Lameness in Danish dairy cows: frequency and possible risk factors. Prev. Vet. Med., 22, 213 - 225
- ALBAN, L.; AGGER, J. (1996): Welfare in Danish dairy herds 1. Disease management routines in 1983 and 1994. Acta vet. Scand., 37, 49 - 63
- ALBAN, L.; AGGER, J. F.; LAWSON, L. G. (1996): Lameness in tied Danish dairy cattle: the possible Influence of housing systems, management, milk yield, and prior incidents of lameness. Prev. Vet. Med., 29, 135 - 149
- AMORY, J. R.; BARKER, Z. E.; BRASSEY, N. R.; BLOWEY, R. W.; GREEN, L. E. (2004): A Postal Survey of the Incidence of Lameness and Claw Lesions in Dairy Cattle in the UK: A Preliminary Report. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants. Maribor, Slovenija, 197 - 198
- AMORY, J. R.; BARKER, Z. E.; WRIGHT, J. L.; MASON, S. A.; BLOWEY, R. W.; GREEN, L. E. (2008): Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003 - November 2004. Prev. Vet. Med., 83, 381 - 391
- AMSTUTZ, H. E. (1985): Prevention and control of lameness in dairy cattle. Vet. Clin. North Am., 1, 25 - 37
- ANDERSSON, L.; LUNDSTROM, K. (1981): The influence of breed, age, body weight and season on digital diseases and hoof size in dairy cows. Zentralbl. Veterinarmed. A., 28, 141 - 151
- ARCHER, S. C.; GREEN, M. J.; HUXLEY, J. N. (2010): Association between milk yield and serial locomotion score assessments in UK dairy cows. J. Dairy Sci., 93, 4045 - 4053
- ARCHER, S. C.; GREEN, M. J.; MADOUASSE, A.; HUXLEY, J. N. (2011): Association between somatic cell count and serial locomotion score assessments in UK dairy cows. J. Dairy Sci., 94, 4383 - 4388
- BACH, A.; DINARÉS, M.; DEVANT, M.; CARRÉ, X. (2007): Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. J. Dairy Res., 74, 40 - 46
- BAGGOTT, D.; RUSSELL, A. M. (1981): Lameness in cattle. Br. vet. J., 37, 113 - 132

- BAIRD, L. G.; O'CONNELL, N. E.; MCCOY, M. A.; KEADY, T. W.; KILPATRICK, D. J. (2009): Effects of breed and production system on lameness parameters in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 92, 2174 - 2182
- BAREILLE, N.; BEAUDEAU, F.; BILLON, S.; ROBERT, A.; FAVERDIN, P. (2003): Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Liv. Prod. Sci.*, 83, 53 - 62.
- BARGAI, U. (1998): Digital Dermatitis, interdigital dermatitis & heel erosion - Are these separate diseases? In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): *Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Lucern, Schweiz, Seite 265
- BARKEMA, H. W.; WESTRIK, J. D.; VAN KEULEN, K. A. S.; SCHUKKEN, Y. H.; BRAND, A. (1994): The effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms. *Prev. Vet. Med.*, 20, 249 - 259
- BARKER, Z. E.; AMORY, J. R.; WRIGHT, J. L.; MASON, S. A.; BLOWEY, R. W.; GREEN, L. E. (2009): Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. *J. Dairy Sci.*, 92, 1971 - 1978
- BARKER, Z. E.; LEACH, K. A.; WHAY, H.R.; BELL, N. J.; MAIN, D. C. J. (2010): Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy Sci.*, 93, 932 - 941
- BECKER, J.; STEINER, A.; KOHLER, S.; KOLLER-BÄHLER, A.; WÜTHRICH, M.; REIST, M. (2014): Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweiz. Arch. Tierheilkd*, 156, 71 - 78
- BENNETT, R. M.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R. S. (1999): Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *J. Dairy Res.*, 66, 455 - 459
- BERGER, G. (1988): Art und Verteilung von Klauenerkrankungen auf die einzelnen Zehen bei Kühen in einstreuloser Laufstallhaltung. *Mh. Vet. Med.*, 43, 821 - 825
- BERG, J. N.; FRANKLIN, C. L. (2000): Interdigital Phlegmon a.k. A. Interdigital Necrobacillosis a.k. A. acute Foot Rot of Cattle: Considerations in Etiology, Diagnosis and Treatment. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): *Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness*. Parma, Italy, 24 - 26
- BERGSTEN, C.; HERLIN, A. H. (1996): Sole haemorrhages and heel horn erosion in dairy cows: the influence of housing system on their prevalence and severity. *Acta vet. Scand.*, 37, 395 - 408
- BERGSTEN, C. (1997): Infectious diseases of the digits. In: GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (Hrsg.): *Lameness in cattle*. 3. Aufl., Saunders, Philadelphia, 89 - 100
- BERGSTEN, C.; HULTGREN, J.; MANSKE, T. (1998): Claw traits and foot lesions in Swedish dairy cows in relation to trimming interval and housing system. A preliminary report. In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): *Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Lucern, Schweiz, 46 - 48

- BERGSTEN, C. (2000): Workshop report about the documentation of claw diseases. Part 2. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 12 - 16
- BERGSTEN, C. (2001): Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *Vet. Clin. North Am.*, 17, 1 - 23
- BERRY, R. J.; WARAN, N. K.; APPLEBY, M. C.; LOGUE, D. N. (1998): Subclinical hoof lesions and their significance for lying down behaviour in housed dairy cows. In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Lucern, Schweiz, 44 - 45
- BICALHO, R. C.; VOKEY, F.; ERB, H. N.; GUARD, C. L. (2007): Visual Locomotion Scoring in the First Seventy Days in Milk: Impact on Pregnancy and Survival. *J. Dairy Sci.*, 90, 4586 - 4591
- BICALHO, R. C.; WARNICK, L. D.; GUARD, C. L. (2008): Strategies to Analyze Milk Losses Caused by Diseases with Potential Incidence Throughout the Lactation: A Lameness Example. *J. Dairy Sci.*, 91, 2653 - 2661
- BICALHO, R.; MACHADO, V.; CAIXETA, L. (2009): Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.*, 92, 3175 - 3184
- BIELFELDT, J. C.; BADERTSCHER, R.; TÖLLE, K.-H.; KRIETER, J. (2005): Risk factors influencing lameness and claw disorders in dairy cows. *Liv. Prod. Sci.*, 95, 265 - 271
- BLACKIE, N.; BLEACH, E.; AMORY, J.; SCAIFE, J. (2008): Effect of locomotion score on the lying behaviour of zero - grazed Holstein dairy cattle. In: NIEMI, J. (Hrsg.): Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants. Kuopio, Finland, 218 - 222
- BLACKIE, N.; AMORY, J.; BLEACH, E.; SCAIFE, J. (2011): The effect of lameness on lying behaviour of zero grazed Holstein dairy cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 134, 85 - 91
- BLOWEY, R. (1998): Klauenpflege bei Rindern und Behandlung von Lahmheit. Ulmer Verlag, Stuttgart
- BLOWEY, R. W.; OSSENT, P.; WATSON, C. L.; HEDGES, V.; GREEN, L. E.; PACKINGTON, A. J. (2000): Possible distinction between sole ulcers and heel ulcers as a cause of bovine lameness. *Vet. Rec.*, 147, 110 - 112
- BLOWEY, R. W.; GREEN, L. E.; COLLIS, V. J.; PACKINGTON, A. J. (2004): The Effects of Season and Stage of Lactation on Lameness in 900 Dairy Cows. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants. Maribor, Slovenija, 43 - 45
- BLOWEY, R. (2008): Cattle lameness and hoofcare. An illustrated guide. 2. Aufl., Old Pond Publ., Ipswich, 128 Seiten
- BOETTCHER, P. J.; DEKKERS, J. C. M.; WARNICK, L. D.; WELLS, S. J. (1998): Genetic Analysis of Clinical Lameness in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 81, 1148 - 1156

- BOOTH, C. J.; WARNICK, L. D.; GROHN, Y. T.; MAIZON, D. O.; GUARD, C. L.; JANSSEN, D. (2004): Effect of lameness on culling in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 4115 - 4122
- BORKERT VARGAS, J. A. (2011): Distribution of Lesions by Limbs and claw affected in 3,477 lame cows in 50 Dairy Herds in Southern Chile. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 123
- BRINKMANN, J.; MARCH, S.; WINCKLER, C. (2004): Lahmheiten bei Milchvieh - Bedeutung, Erkennung, Ursachen, Einflussmöglichkeiten. *Bioland*, 7, 18 - 19
- BRIZZI, A.; BERGSTEN, C.; BLOWEY, R.; COLLICK, D.; GREENOUGH, P.; LOGUE, D. (1998): Description and terminology for claw capsule lesions. (Workshop report). In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Lucerne, Schweiz, 98 - 127
- CALDERON, D. F.; COOK, N. B. (2011): The effect of lameness on the resting behaviour and metabolic status of dairy cattle during the transition period in a freestall-housed dairy herd. *J. Dairy Sci.*, 94, 2883 - 2894
- CAPION, N.; THAMSBORG, S. M.; ENEVOLDSEN, C. (2009): Prevalence and severity of foot lesions in Danish Holstein heifers through first lactation. *Vet. J.*, 182, 50 - 58
- CAPION, N. (2011): Incubation period for Digital Dermatitis. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 13
- CHAPINAL, N.; PASSILLE, A. M. DE; RUSHEN, J. (2009): Weight distribution and gait in dairy cattle are affected by milking and late pregnancy. *J. Dairy Sci.*, 92, 581 - 588
- CHAPINAL, N.; PASSILLÉ, A. M. DE; RUSHEN, J. (2010): Correlated changes in behavioural indicators of lameness in dairy cows following hoof trimming. *J. Dairy Sci.*, 93, 5758 - 5763
- CHAPLIN, S. J.; TERNENT, H. E.; OFFER, J. E.; LOGUE, D. N.; KNIGHT, C. H. (2000): A Comparison of Hoof Lesions and Behaviour in Pregnant and Early Lactation Heifers at Housing. *Vet. J.*, 159, 147 - 155
- CHAWALA, A. R.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MARGERISON, J. K.; SPELMAN, R. J. (2011): Effect of Breed and crossbreeding on the incidence of Recorded Clinical Lameness in New Zealand dairy cattle. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 78
- CHAWALA, A.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MARGERISON, J. K.; SPELMAN, R. J. (2013): Genetic and crossbreeding parameters for incidence of recorded clinical lameness in New Zealand dairy cattle. *New Zea. Vet. J.*, 61, 281 - 285
- CHESTERTON, N. (2008): Cow Comfort and Animal Welfare in Relation to Claw Diseases in Pasture based Dairy Herds. In: NIEMI, J. (Hrsg.): Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants. Kuopio, Finland, 34 - 38

- CLARKSON, M. J.; DOWNHAM, D. Y.; FAULL, W. B.; HUGHES, J. W.; MANSON, F. J.; MERRITT, J. B. (1996): Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.*, 138, 563 - 567
- COLLICK, D. W.; WARD, W. R.; DOBSON, H. (1989): Associations between types of lameness and fertility. *Vet. Rec.*, 125, 103 - 106
- COOK, N. B. (2003): Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 223, 1324 - 1328
- COOK, N. B. (2008): The Influences of Cow Comfort on Herd Lameness Dynamics. In: NIEMI, J. (Hrsg.): *Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants*. Kuopio, Finland, 24 - 30
- COULON, J.; LESCOURRET, F.; FONTY, A. (1996): Effect of Foot Lesions on Milk Production by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 79, 44 - 49
- CRAMER, G. (2008): The Relationship between Lameness Scores and Productivity in Ontario Dairy Cattle. In: NIEMI, J. (Hrsg.): *Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants*. Kuopio, Finland, 225 - 228
- CRAMER, G.; LISSEMORE, K. D.; GUARD, C. L.; LESLIE, K. E.; KELTON, D. F. (2008): Herd- and cow-level prevalence of foot lesions in Ontario dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 91, 3888 - 3895
- CRAMER, G.; LISSEMORE, K. D.; GUARD, C. L.; LESLIE, K. E.; KELTON, D. F. (2009): Herd-level risk factors for seven different foot lesions in Ontario Holstein cattle housed in tie stalls or free stalls. *J. Dairy Sci.*, 92, 1404 - 1411
- DANSCHER, A. M.; ENEMARK, J. M. D.; TELEZHENKO, E.; CAPION, N.; EKSTRØM, C. T.; THOEFNER, M. B. (2009): Oligofructose overload induces lameness in cattle. *J. Dairy Sci.*, 92, 607 - 16
- DEFRAIN, J. M.; SOCHA, M. T.; TOMLINSON, D. J.; WARD, T. L. (2011): An Analysis of claw lesion records from 17 Confinement Dairies. In: LAVEN, R. (Hrsg.): *16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective*. Rotorua, New Zealand, Seite 82
- DELUYKER, H. A.; GAY, J. M.; WEAVER, L. D.; AZARI, A. S. (1991): Change of Milk Yield with Clinical Diseases for a High Producing Dairy Herd. *J. Dairy Sci.*, 74, 436 - 445
- DIAZLIRA, C.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MARGERISON, J. (2011): Incidence and factors affecting lameness in New Zealand dairy cattle. In: LAVEN, R. (Hrsg.): *16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective*. Rotorua, New Zealand, Seite 49
- DIPPEL, S.; DOLEZAL, M.; BRENNINKMEYER, C.; BRINKMANN, J.; MARCH, S.; KNIERLIM, U.; WINCKLER, C. (2009): Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Prev. Vet. Med.*, 90, 102 - 112
- DIRKSEN, G. (2006): Krankheiten im Bereich der Zehen. In: DIRKSEN, G.; BAUMGARTNER, W. (Hrsg.): *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 5. Aufl., Parey Verlag, Stuttgart, 912 - 978
- DISTL, O. (1996): Verbesserung von Gesundheit als neues züchterisches Ziel in der Selektion auf Fundamentmerkmale beim Rind. *Tierärztl. Umsch.*, 51, 331 - 340

- DOPFER, D.; KOOPMANS, A.; MEIJER, F. A.; SZAKALL, I.; SCHUKKEN, Y. H.; KLEE, W. (1997): Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. *Vet. Rec.*, 140, 620 - 623
- EBEID, M. (1992): Radiographic appearance of the healthy and diseased claws in Swiss Braunvieh cattle. Dissertation. Zürich, Veterinärmedizinischen Fakultät. 81 Seiten
- EDDY, R. G.; SCOTT, C. P. (1980): Some observations on the incidence of lameness in dairy cattle in Somerset. *Vet. Rec.*, 106, 140 - 144
- ENEVOLDSEN, C.; GRÖHN, Y.; THYSEN, I. (1990): Sole Ulcers in Dairy Cattle: Associations with Season, Cow Characteristics, Disease, and Production. *J. Dairy Sci.*, 74, 1284 - 1298
- ENEVOLDSEN, C.; GRÖHN, Y.; THYSEN, I. (1991): Heel Erosion and Other Interdigital Disorders in Dairy Cows: Associations with Season, Cow Characteristics, Disease, and Production. *J. Dairy Sci.*, 74, 1299 - 1309
- ENTING, H.; KOOLIJ, D.; DIJKHUIZEN, A. A.; HUIRNE, R. B. M.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N. (1997): Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Liv. Prod. Sci.*, 49, 259 - 267
- ESPEJO, L. A.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. (2006): Prevalence of Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.*, 89, 3052 - 3058
- ESPINASSE, J.; SAVEY, M.; THORLEY, C. M.; TOUSSAINT RAVEN, E.; WEAVER, A. D. (1984): Color atlas on disorders of cattle and sheep digit - international terminology. Editions Point Veterinaire, Maisons-Alfort, 43 Seiten
- ESSLEMONT, R. J.; KOSSAIBATI, M. A. (1996): Incidence of production diseases and other health problems in a group of dairy herds in England. *Vet. Rec.*, 139, 486 - 490
- ETTEMA, J. F.; CAPION, N.; HILL, A. E. (2007): The association of hoof lesions at claw trimming with test-day milk yield in Danish Holsteins. *Prev. Vet. Med.*, 79, 224 - 243
- FAYE, B.; LESCOURRET, F. (1989): Environmental factors associated with lameness in dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 7, 267 - 287
- FESSL, L. (1980): Die Normalklaue des Österreichischen Fleckvierindes - Größen- und Formbestimmung und deren Bedeutung für Klauenerkrankungen und Stallbau., Klinik für Veterinärorthopädie, Veterinärmedizinische Universität Wien, Habilitationsschrift
- FIEDLER, A. (2000): Comparative Studies about the Prevalence of Claw Diseases in tie-stalls and Loose-Housing Systems in Bavaria 1998 and 1999 (Poster). In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 157 - 159
- FIEDLER, A.; MAIERL, J. (2004): Management der Klauengesundheit beim Rind. Anatomie Pflege Krankheiten Haltung Prophylaxe. AgroConcept, Bonn, 174 - 176
- FIEDLER, A. (2004a): Der Einfluss von Haltungsbedingungen und Fütterung auf die Klauengesundheit. In: FIEDLER, A.; MAIERL, J.; NUSS, K. (Hrsg.): Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. Schattauer, Stuttgart, 185 - 197

- FIEDLER, A. (2004b): Investigation of the efficacy of the Kovex-Foam-System in the decrease of the incidence of dermatitis digitalis, dermatitis interdigitalis and erosio ungulae. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants. Maribor, Slovenija, 148 - 149
- FIEDLER, A. (2008): Management der Klauengesundheit. AID 1541 Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz, Bonn, 84 Seiten
- FJELDAAS, T.; SOGSTAD Å. M.; ØSTERÅS O. (2006): Claw trimming routines in relation to claw lesions, claw shape and lameness in Norwegian dairy herds housed in tie stalls and free stalls. *Prev. Vet. Med.*, 73, 255 - 271
- FJELDAAS, T.; SOGSTAD Å. M.; ØSTERÅS O. (2011): Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys. *J. Dairy Sci.*, 94, 1243 - 1255
- FLEISCHER, P.; METZNER, M.; BEYERBACH, M.; HOEDEMAKER, M.; KLEE, W. (2001): The Relationship between Milk Yield and the Incidence of Some Diseases in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 84, 2025 - 2035
- FOURICHON, C.; SEEGER, H.; BAREILLE, N.; BEAUDEAU, F. (1999): Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Prev. Vet. Med.* 41, 1 - 35
- FOURICHON, C.; SEEGER, H.; MALHER, X. (2000): Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology*, 53, 1729 - 1759
- FRANKENA, K.; SOMERS, J. G.; SCHOUTEN, W. G.; VAN STEK, J. V.; METZ, J. H.; STASSEN, E. N.; GRAAT, E. A. (2009): The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows. *Prev. Vet. Med.*, 88, 150 - 157
- GALINDO, F.; BROOM D. M. (2000): The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Res. Vet. Sci.*, 69, 75 - 79
- GALINDO, F.; BROOM, D. (2002): Effects of lameness of dairy cows. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.*, 5, 193 - 201
- GANDAH, J. A.; CHEN, Q. S. (2011): Lameness affects the productive and reproductive performance in dairy cattle. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 75
- GARBARINO, E. J.; HERNANDEZ, J. A.; SHEARER, J. K.; RISCO, C. A.; THATCHER, W. W. (2004): Effect of Lameness on Ovarian Activity in Postpartum Holstein Cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 4123 - 4131
- GARCIA, D.; HAHN, M.; PINO, D.; SOTO, E.; HERNANDEZ, H. (2011): Blood cortisol levels in acute lame cows. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 85
- GASTEINER, J. (2005): Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen. In: HBLFA RAUMBERG-GUMPENSTEIN (Hrsg.): Gumpensteiner Bautagung, 57 - 62

- GEYER, H.; LISCHER, C. (2000): Handbuch zur Pflege und Behandlung der Klauen beim Rind. 2. Aufl., Parey Verlag, Stuttgart, 157 Seiten
- GOMEZ, A.; COOK, N. (2011): Time budgets of lactating dairy cows: Lameness is the big Player! In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 11
- GONZALEZ, L. A.; TOLKAMP, B. J.; COFFEY, M. P.; FERRET, A.; KYRIAZAKIS, I. (2008): Changes in feeding behaviour as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. J. Dairy Sci., 91, 1017 - 1028
- GREEN, L. E.; HEDGES, V. J.; SCHUKKEN, Y. H.; BLOWEY, R. W.; PACKINGTON, A. J. (2002): The Impact of Clinical Lameness on the Milk Yield of Dairy Cows. J. Dairy Sci., 85, 2250 - 2256
- GREENOUGH, P. R. (1997a): Vertical Fissure (Sand Crack). In: GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (Hrsg.): Lameness in cattle. 3. Aufl., Saunders, Philadelphia, 109 - 111
- GREENOUGH, P. R. (1997b): White Line Disease at the Toe (Toe Ulcer). In: GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (Hrsg.): Lameness in cattle. 3. Aufl., Saunders, Philadelphia, 107 - 109
- GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (1997): Lameness in cattle. 3. Aufl., Saunders, Philadelphia, 336 Seiten
- GREENOUGH, P. R. (2007): Bovine laminitis and lameness. A hands-on approach. Saunders, New York, 328 Seiten
- GROEHN, J. A.; KANEENE, J. B.; FOSTER, D. (1992): Risk factors associated with lameness in lactating dairy cattle in Michigan. Prev. Vet. Med., 14, 77 - 85
- GÜNTHER, M. (1991): Die wichtigsten Klauenkrankheiten. In: GÜNTHER, M. (Hrsg.): Klauenkrankheiten. 5. Aufl., Fischer Verlag, Jena, 52 - 113
- HAGEN, J.; MÜLLING, C. (2012): Klauenerkrankungen: Risiken und Prävention. In: Klauenerkrankungen beim Rind. Prakt. TA., 93 (Suppl. 1), 11 - 18
- HARDER, B.; BENNEWITZ, J.; HINRICHS, D.; KALM, E. (2006): Genetic parameters for health traits and their relationship to different persistency traits in German Holstein dairy cattle. J. Dairy Sci., 89, 3202 - 3212
- HASCHKA, A. (2009): Einfluss von Lahmheiten auf die Fruchtbarkeit und Leistungsparameter bei Milchkühen. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover, 297 Seiten
- HASKELL, M. J.; RENNIE, L. J.; BOWELL, V. A.; BELL, M. J.; LAWRENCE, A. B. (2006): Housing System, Milk Production, and Zero-Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows. J. Dairy Sci., 89, 4259 - 4266
- HASSALL, S. A.; WARD, W. R.; MURRAY, R. D. (1993): Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. Vet. Rec., 132, 578 - 580
- HEDGES, J.; BLOWEY, R. W.; MURRAY, R. D. (2001): A longitudinal field trial of the effect of biotin on lameness in dairy cows. J. Dairy Sci., 84, 1969 - 1975

- HERMANN, H.-J.; LANDMANN, D. (2007): 2. DLG-Report Klauengesundheit. 1. Aufl. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 46 Seiten
- HERNANDEZ, J.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. (2000): Effect of Papillomatous digital dermatitis and other lameness Disorders on reproductive performance in a florida dairy herd. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 353 - 357
- HERNANDEZ, J. A.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. (2001): Effect of lameness on the calving-to-conception interval in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc., 218, 1611 - 1614
- HERNANDEZ, J. A.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. (2002): Effect of lameness on milk yield in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc., 220, 640 - 644
- HERNANDEZ, J. A.; GARBARINO, E. J.; SHEARER, J. K.; RISCO, C. A.; THATCHER, W. W. (2005): Comparison of milk yield in dairy cows with different degrees of lameness. J. Am. Vet. Med. Assoc., 227, 1292 - 1296
- HEUER, C.; SCHUKKEN, Y. H.; DOBBELAAR, P. (1999): Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. J. Dairy Sci., 82, 295 - 304
- HINTERHOFER, C.; FERGUSON, J. C.; APPRICH, V.; HAIDER, H.; STANEK, C. (2006): Slatted floors and solid floors: stress and strain on the bovine hoof capsule analyzed in finite element analysis. J. Dairy Sci., 89, 155 - 162
- HIRST, W. M.; MURRAY, R. D.; WARD, W. R.; FRENCH, N. P. (2002a): A mixed-effects time-to-event analysis of the relationship between first-lactation lameness and subsequent lameness in dairy cows in the UK. Prev. Vet. Med., 54, 191 - 201
- HIRST, W. M.; MURRAY, R. D.; WARD, W. R.; FRENCH, N. P. (2002b): Generalized additive models and hierarchical logistic regression of lameness in dairy cows. Prev. Vet. Med., 55, 37 - 46
- HOLZHAUER, M. (2002): Claw Monitoring in Dairy Herds in the Netherlands. A Vision in the Future. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, USA, 334 - 338
- HOLZHAUER, M.; HARDENBERG, C.; BARTELS, C. J. M.; FRANKENA, K. (2006): Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. J. Dairy Sci., 89, 580 - 588
- HOLZHAUER, M.; HARDENBERG, C.; BARTELS, C. J. M. (2008a): Clinical course of digital dermatitis lesions in an endemically infected herd without preventive herd strategies. Vet. J., 177, 222 - 230
- HOLZHAUER, M.; HARDENBERG, C.; BARTELS, C. J. M. (2008b): Herd and cow-level prevalence of sole ulcers in The Netherlands and associated-risk factors. Prev. Vet. Med., 85, 125 - 135

- HUBER, J. (2002): Klauenerkrankungen bei Milchkühen in verschiedenen Haltungsformen im Vergleich Anbindehaltung und Laufstallhaltung. Dissertation. Veterinärmedizinische Universität, Wien, 200 Seiten
- HUBER, J.; STANEK, C.; TROXLER, J. (2004): Hat funktionelle Klauenpflege nachhaltigen Einfluss auf den Klauenzustand? Dtsch. Tierärztl. Wochenschr., 111, 343 - 349
- HUBER, J.; GRATZER, E.; LEEB, C.; STOEGER, E.; IVEMEYER, S.; WALKENHORST, M.; WINCKLER, C. (2011): Tackling Lameness through animal health and welfare planning in organic dairy farms in Austria. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 39
- HULEK, M. (2005): Klauengesundheit & Klauenpflege. 1. Aufl., Stocker Verlag, Graz, 124 Seiten
- HULTGREN, J.; MANSKE, M.; BERGSTEN, C. (2004): Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. Prev. Vet. Med., 62, 233 - 251
- HUZZEY, J. M.; NYDAM, D. V.; GRANT, R. J.; OVERTON, T. R. (2011): Associations of prepartum plasma cortisol, haptoglobin, fecal cortisol metabolites, and nonesterified fatty acids with postpartum health status in Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 94: 5878 - 5889
- ITO, K.; KEYSERLINGK, M. A. G. VON; LEBLANC, S. J.; WEARY, D. M. (2010): Lying behaviour as an indicator of lameness in dairy cows. J. Dairy Sci., 93, 3553 - 3560
- JUAREZ, S. T.; ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J.; PRICE, E. O. (2003): Impact of lameness on behaviour and productivity of lactating Holstein cows, 83, 1 - 14
- KEYSERLINGK, M. A. G. VON; BARRIENTOS, A.; ITO, K.; GALO, E.; WEARY, D. M. (2012): Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 95, 7399 - 7408
- KLEEN, J. L.; HOOIJER, G. A.; REHAGE, J.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. (2003): Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. J. Vet. Med. Physiol. Pathol. Clin. Med., 50, 406 - 414
- KOENIG, S.; SHARIFI, A. R.; WENTROT, H.; LANDMANN, D.; EISE, M.; SIMIANER, H. (2005): Genetic parameters of claw and foot disorders estimated with logistic models. J. Dairy Sci., 88, 3316 - 3325
- KOENIG, S.; WU, X. L.; GIANOLA, D.; HERINGSTAD, B.; SIMIANER, H. (2008): Exploration of relationships between claw disorders and milk yield in Holstein cows via recursive linear and threshold models. J. Dairy Sci., 91, 395 - 406
- KOFLER, J.; PESENHOFER, R.; LANDL, G.; SOMMERFELD-STUR, I.; PEHAM, C. (2013): Monitoring of dairy cow claw health status in 15 herds using the computerized documentation program Claw Manager and digital parameters. Tierärztl. Praxis, 41, 31 - 44

- KOSSAIBATI, M. A.; ESSLEMONT, R. J. (2000): The Incidence of Lameness in 50 Dairy Herds in England. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 160 - 162
- KREMER, P. V. (2006): Vergleich von Klauengesundheit, Milchleistung und Aktivität bei Kühen auf Betonspaltenboden und auf Spaltenboden mit elastischen Auflagen. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, München, 175 Seiten
- KUJALA, M.; SCHNIER, C.; NIEMI, J.; SOVERI, T. (2004): Occurrence of hoof diseases in dairy cattle in Finland. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants. Maribor, Slovenija, 45 - 47
- KUJALA, M. (2008): Sole Ulcers in Finnish Hoof Trimming Data. In: NIEMI, J. (Hrsg.): Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants. Kuopio, Finland, 141 - 144
- KUJALA, M.; DOHOO, I. R.; LAASKO, M.; SCHNIER, C.; SOVERI, T. (2009): Sole ulcers in Finnish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 89, 227 - 236
- KUJALA, M.; DOHOO, I. R.; SOVERI, T. (2010): White-line disease and haemorrhages in hooves of Finnish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 94, 18 - 27
- KÜMPER, H. (2000): Die Klauen tragen die Milch: Entstehungsweise, Therapie und Prophylaxe von Gliedmaßenkrankungen bei Kühen. *Großtierpraxis*, 1, 6 - 24
- LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG BAYERN E.V. (2012): Jahresbericht Milchleistungsprüfung 2011 - Auswertung. Online verfügbar unter http://www.lkv.bayern.de/media/mlp_11_auswertung.pdf, zuletzt geprüft am 27.02.2014
- LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG BAYERN E.V. (2013a): Abgangszahlen 1977 - 2012, persönliche Mitteilung
- LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG BAYERN E.V. (2013b): Jahresbericht Milchleistungsprüfung 2012. Online verfügbar unter http://www.lkv.bayern.de/media/mlp_jahresbericht2012.pdf, zuletzt geprüft am 27.02.2014
- LANDMANN, D. (2008): Effect of Test Day Milk Yield in Early Lactation on Incidences of Claw Disorders. In: NIEMI, J. (Hrsg.): Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants. Kuopio, Finland, 296 - 299
- LAURSEN, M. V.; BOELLING, D.; MARK, T. (2009): Genetic parameters for claw and leg health, foot and leg conformation, and locomotion in Danish Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 92, 1770 - 1777
- LAVEN, R. A.; LAWRENCE, K. E.; WESTON, J. F.; DOWSON, K. R.; STAFFORD, K. J. (2008): Assessment of the duration of the pain response associated with lameness in dairy cows and the influence of treatment. *N. Z. Vet. J.*, 56, 210 - 217
- LEACH, K. A.; HUBER, J.; WHAY, H. R.; WINCKLER, C.; MARCH, S.; DIPPEL, S. (2008): Assessing Lameness in Tied Cows. In: NIEMI, J. (Hrsg.): Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants. Kuopio, Finland, 126 - 128

- LEACH, K. A.; WHAY, H. R.; MAGGS, C. M.; BARKER, Z. E.; PAUL, E. S.; BELL, A. K.; MAIN, D. C. J. (2010): Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. *Res. Vet. Sci.*, 89, 311 - 317
- LEECH, F. B.; DAVIES, M. E.; MACRAE, W. D.; WITHERS, F. W. (1960): Disease, wastage and husbandry in the British dairy herd. Report of a National Survey in 1957-58. HMSO, London, UK, Seite 62
- LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (1994): Klauenrehe beim Rind: eine Literaturübersicht. *Tierärztl. Prax.*, 22, 424 - 432
- LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (2000): Sole ulcers in dairy cattle - what's new about an old disease? In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 46 - 48
- LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (2001): Das Sohlengeschwür beim Rind: Eine Literaturübersicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 114, 13 - 21
- LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (2002): Pathogenesis of Sole Lesions attributed to Laminitis in Cattle. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, USA, 82 - 89
- LIVESEY, C. T.; LAVEN, R. A.; JOHNSTON, A. M. (2000): Summary of the Results of a three year research contract on the sub-clinical Laminitis Syndrome in Holstein cattle funded in the UK by the Ministry of Agriculture and Milk Development council. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 117 - 119
- LOGUE, D. N.; KEMPSON, S. A.; LEACH, K. A.; OFFER, J. E.; MCGOVERN, R. E. (1998): Pathology of the white line. In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Luzern, Schweiz, 142 - 145
- LOGUE, D. N.; MCGOVERN, R. D. (2004): The bovine digital cushion - how crucial is it to contusions on the bearing surface of the claw of the cow? *Vet. J.*, 167, 220 - 221
- LOMBORG, S. R.; NIELSEN, L. R.; HEEGAARD, P. M.; JACOBSEN, S. (2008): Acute phase proteins in cattle after exposure to complex stress. *Vet. Res. Commun.*, 32, 575 - 582
- LUCEY, S.; ROWLANDS, G. J.; RUSSELL, A. M. (1986): Short-term associations between disease and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Res.*, 53, 7 - 15
- MACHADO, V. S.; CAIXETA, L. S.; MCART, J. A. A.; BICALHO, R. C. (2010): The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.*, 93, 4071 - 4078
- MAIER, K. (2006): Beziehungen zwischen Klauen- und Eutergesundheit bei Hochleistungsmilchkühen. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover, 181 Seiten
- MANSKE, T.; HULTGREN, J.; BERGSTEN, C. (2002a): Prevalence and interrelationships of hoof lesions and lameness in Swedish dairy cows. *Prev. Vet. Med.*, 54, 247 - 263

- MANSKE, T.; HULTGREN, J.; BERGSTEN, C. (2002b): The effect of claw trimming on the hoof health of Swedish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 54, 113 - 129
- MARGERISON, J. K.; WINKLER, B.; STEPHENS, G. (2002): The effect of locomotion score and lameness on dry matter intake, feeding and general behaviour. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): *Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Orlando, USA, 407 - 410
- MARGERISON, J. K.; HOLLIS, J.; SNELL, A.; STEPHENS, G.; WINKLER, B. (2004): The Effect of Lameness on Feed intake, Feeding behaviour, liveweight change, Milk yield and Milk let down and milking duration of the Holstein Friesian Dairy Cattle. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): *Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants*. Maribor, Slovenija, 38 - 38
- MCGOWAN, J. E.; BURKE, J. K.; VERKERK, G. A.; JAGO, J. G. (2011): Behaviour indices to differentiate cows based on Locomotion score. In: LAVEN, R. (Hrsg.): *16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective*. Rotorua, New Zealand, Seite 24
- MELENDEZ, P.; BARTOLOME, J.; ARCHBALD, L. F.; DONOVAN, A. (2003): The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 59, 927 - 937
- MGASA, M. N.; KEMPSON, S. A. (2002): Functional Anatomy of the Laminae Region of Normal Bovine Claws. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): *Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Orlando, USA, 180 - 183
- MIGUEL-PACHECO, G. G.; KALER, J.; REMNANT, J.; CHEYNE, L.; ABBOTT, C.; FRENCH, A. P.; PRIDMORE, T. P.; HUXLEY, J. N. (2014): Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 150, 1 - 8
- MILCHPRÜFRING BAYERN E.V. (2011): Leistungen. Online verfügbar unter <http://www.mpr-bayern.de/Leistungen/Labor/Technische-Ausstattung>, zuletzt geprüft am 27.02.2014
- MISKIMINS, D. (2002): Update on toe Abscesses in Feedlot Cattle. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): *Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Orlando, USA, 450 - 451
- MORRIS, M. J.; WALKER, S. L.; JONES, D. N.; ROUTLY, J. E.; SMITH, R. F.; DOBSON, H. (2009): Influence of somatic cell count, body condition and lameness on follicular growth and ovulation in dairy cows. *Theriogenology*, 71, 801 - 806
- MUGGLI, E.; SAUTER-LOUIS, C.; BRAUN, U.; NUSS, K. (2011): Length asymmetry of the bovine digits. *Vet. J.*, 188, 295 - 300
- MÜLLEDER, C.; WAIBLINGER, S.; TROXLER, J. (2004): Auftreten von Lahmheiten bei Milchkühen in 80 Liegeboxenställen. *Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung*, 11. Freiland-Tagung/17. Tagung der IGN. Wien, Österreich, 56 - 59
- MÜLLER, K. E. (2004): DLG-Leitfaden Klauenkrankheiten. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 18 Seiten

- MÜLLING, C. (2002): Theories on the Pathogenesis of White Line Disease - an anatomical Perspective. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, USA, 90 - 97
- MÜLLING, C. (2003): Beziehungen zwischen Haltungssystemen und Klauenerkrankungen bei Milchkühen. Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., 4. Jahrestagung. Bad Sassendorf, Deutschland, 6 Seiten
- MÜLLING, C. (2006): Funktionelle Anatomie der Rinderklaue. In: DIRKSEN, G.; BAUMGARTNER, W. (Hrsg.): Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. 5. Aufl. Parey Verlag, Stuttgart, 914 - 921
- MÜLLING, C.; LISCHER, C. J. (2002): New Aspects on Etiology and Pathogenesis of Laminitis in Cattle. XXII World Buiatrics Congress. Hannover, Deutschland, 236 - 247
- MÜLLING, C.; HAGEN, J. (2012): Bedeutung von Klauenerkrankungen und funktioneller Anatomie der Klaue. In: Klauenerkrankungen beim Rind. Prakt. TA., 93 (Suppl. 1), 4 - 10
- MURRAY, R. D.; DOWNHAM, D. Y.; CLARKSON, M. J.; FAULL, W. B.; HUGHES, J. W.; MANSON, F. J. (1996): Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. Vet. Rec., 138, 586 - 591
- NAVARRO, G. (2011): Time Budget of lame and non lame dairy cows kept at pasture. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 22
- NUSS, K.; KÖSTLIN, R. G.; BÖHMER, H.; WEAVER, M. (1990): Zur Bedeutung der Ungulocoritis septica (traumatica) - UCS(T) - an der Klauenspitze (Sohlenspitzenengeschwür) des Rindes. Tierärztl. Praxis, 18, 567 - 575
- NUSS, K.; STEINER, A. (2004): Erkrankungen von Haut und Hornschuh. In: FIEDLER, A.; MAIERL, J.; NUSS, K. (Hrsg.): Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. 1. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart, 77 - 111
- OBERBAUER, A. M.; BERRY, S. L.; BELANGER, J. M.; MCGOLDRICK, R. M.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M.; FAMULA, T. R. (2013): Determining the heritable component of dairy cattle foot lesions. J. Dairy Sci., 96, 605 - 613
- O'CALLAGHAN, K. A.; CRIPPS, P. J.; DOWNHAM, D. Y.; MURRAY, R. D. (2003): Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. Anim. Welf., 12, 605 - 610
- OIKONOMOU, G.; BANOS, G.; MACHADO, V.; CAIXETA, L.; BICALHO, R. C. (2014): Short communication: Genetic characterization of digital cushion thickness. J. Dairy Sci., 97, 532 - 536
- ONYIRO, O. M.; OFFER, J. E.; BROTHERSTONE, S. (2008): Risk factors and milk yield losses associated with lameness in Holstein-Friesian dairy cattle. Anim. Prod., 2, 1230 - 1237
- ORGEL, C. (2010): Regelmäßige Beurteilung von Lahmheiten bei Milchkühen und die Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung, die Fruchtbarkeit und den Gesundheitsstatus in verschiedenen Milchviehbetrieben. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover, 358 Seiten

- OSSENT, P.; GREENOUGH, P. R.; VERMUNT, J. J. (1997): Laminitis. In: GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (Hrsg.): Lameness in cattle. 3. Aufl., Saunders, Philadelphia, 277 - 292
- OSSENT, P.; LISCHER, C. J. (1998): Bovine laminitis: the lesions and their pathogenesis. In Pract., 20, 415 - 427
- PALMER, M. A.; LAW, R.; O'CONNELL, N. E. (2012): Relationships between lameness and feeding behaviour in cubicle-housed Holstein-Friesian dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci., 140, 121 - 127
- PETRIE, L.; CAMPBELL, J.; SCHUMANN, F. (1998): The prevalence of sand cracks (vertical fissures) in the Saskatchewan beef cow herd. In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Luzern, Schweiz, 139 - 140
- PHILIPOT, J. M.; PLUVINAGE, P.; CIMAROSTI, I.; SULPICE, P.; BUGNARD, F. (1994): Risk factors of dairy cow lameness associated with housing conditions. Vet. Res., 25, 244 - 248
- PRENTICE, D. E.; NEAL, P. A. (1972): Some observations on the incidence of lameness in dairy cattle in west Cheshire. Vet. Rec., 91, 1 - 7
- RÄBER, M.; LISCHER, C. J.; GEYER, H.; OSSENT, P. (2004): The bovine digital cushion - A descriptive anatomical study. Vet. J., 167, 258 - 264
- RÄBER, M.; SCHEEDER, M. R. I.; OSSENT, P.; LISCHER, C. J.; GEYER, H. (2006): The content and composition of lipids in the digital cushion of the bovine claw with respect to age and location - A preliminary report. Vet. J., 172, 173 - 177
- RAJALA-SCHULTZ, P. J.; GRÖHN, Y. T.; MCCULLOCH, C. E. (1999): Effects of Milk Fever, Ketosis, and Lameness on Milk Yield in Dairy Cows. J. Dairy Sci., 82, 288 - 294
- RAVEN, E. T. (1989): Cattle footcare and claw trimming. 3. Aufl., Farming Press Books, Ipswich, 128 Seiten
- RAVEN, E. T. (1998): Klauenpflege beim Rind. Über die Entstehung und die Vorbeuge von Sohlengeschwüren. Landwirtschaftskammer, Hannover, 136 Seiten
- READER, J. D.; ARCHER, S.; GREEN, L. E.; GREEN, M. J.; KALER, J.; HUXLEY, J. (2011a): The impact of elevated Locomotion score on the milk yield of UK Dairy cattle. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, 73
- READER, J. D.; GREEN, M. J.; KALER, J.; MASON, S. A.; GREEN, L. E. (2011b): Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. J. Dairy Sci., 94, 5045 - 5052
- REGULA, G.; DANUSER, J.; SPYCHER, B.; WECHSLER, B. (2004): Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland. Prev. Vet. Med., 66, 247 - 264
- REITER, K. (2010): Einfluss des Verhaltens auf die Klauengesundheit bei Milchkühen. In: BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (Hrsg.): Klauengesundheit beim Rind. Grub, 37 - 47

- RELUN, A.; LEHEBEL, A.; CHESNIN, A.; GUATTEO, R.; BAREILLE, N. (2013): Association between digital dermatitis lesions and test-day milk yield of Holstein cows from 41 French dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 96, 2190 - 2200
- RESZLER, G. (2006): Handbuch Klauen. Grundlagen für die Erhaltung einer stabilen Klauengesundheit. AVA-Broschüre, Nutztierpraxis Rind, 1. Aufl., Agrar- und Veterinär-Akademie, Horstmar-Leer
- RINDZLPV (2000): Verordnung über die Leistungsprüfungen und die Zuchtwertfeststellung bei Rindern. Bekanntmachung vom 6. Juni 2000, BGBl. I, S. 805
- ROFFEIS, M. (2008): Nutzungsdauer und Lebensleistung in Brandenburger Beständen. Milchrindtag, LVLF Brandenburg, 26 Seiten
- ROUHA-MÜLLEDER, C.; IBEN, C.; WAGNER, E.; LAAHA, G.; TROXLER, J.; WAIBLINGER, S. (2009): Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose-housed dairy cows. *Prev. Vet. Med.*, 92, 123 - 133
- ROUHA-MÜLLEDER, C.; WAIBLINGER, S. (2012): Einflüsse von lauf- und Liegeflächen auf die Klauengesundheit. Internationale Klauenpflegertagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, 5 - 7
- RUSSELL, A. M.; ROWLANDS, G. J.; SHAW, S. R.; WEAVER, A. D. (1982): Survey of lameness in British dairy cattle. *Vet. Rec.*, 111, 155 - 160
- RUSTERHOLZ, A. (1920): Das spezifisch-traumatische Klauensohlengeschwür des Rindes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.*, 62, 421 - 446
- SANDERS, A. H.; SHEARER, J. K.; VRIES, A. DE (2009): Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 92, 3165 - 3174
- SANTOS, T. M. A.; PEREIRA, R. V.; CAIXETA, L. S.; GUARD, C. L.; BICALHO, R. C. (2012): Microbial diversity in bovine papillomatous digital dermatitis in Holstein dairy cows from upstate New York. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 79, 518 – 529
- SEEBACHER, M.; KNEZEVIC, P.; TAUFFKIRCHEN, W.; BENEDIKTER, G.; FESSL, L. (1980): Dynamische Belastungsmessungen an den Klauen beim Rind. In: 3rd International Symposium on disorders of the ruminant digit. Wien, Österreich, 90 - 96
- SCHMID, T.; WEISHAUPT, M. A.; MEYER, S. W.; WALDERN, N.; VON PEINEN, K.; NUSS, K. (2009): High-speed cinematographic evaluation of claw-ground contact pattern of lactating cows. *Vet. J.*, 181, 151 - 157
- SCHÖPKE, K.; WEIDLING, S.; PIJL, R.; SWALVE, H. H. (2013): Relationships between bovine hoof disorders, body condition traits, and test-day yields. *J. Dairy Sci.*, 96, 679 - 689
- SIGMUND, BRUNO (2009): Ermittlung von Hornschuh- und Lederhautabmessungen an den Klauen der Schultergliedmaßen von Fleckviehrindern. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, München, 105 Seiten

- SINGH, S. S.; WARD, W. R.; LAUTENBACH, K.; MURRAY, R. D. (1993): Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard. *Vet. Rec.*, 133, 204 - 208
- SINGH, Y. (2008): Effect of Lameness (Hoof Disorders) on Productivity of Karan Fries Crossbred Cows. In: NIEMI, J. (Hrsg.): *Proceedings of the 15th Symposium and 7th Conference on Lameness in Ruminants*. Kuopio, Finland, 98
- SMITS, M. C. J.; FRANKENA, K.; METZ, J. H. M.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. (1992): Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows. *Liv. Prod. Sci.*, 32, 231 - 244
- SOGSTAD, Å. M.; FJELDAAS, T.; ØSTERÅS O. (2005a): Lameness and Claw Lesions of the Norwegian Red Dairy Cattle Housed in Free Stalls in Relation to Environment, Parity and Stage of Lactation. *Acta. Vet. Scand.*, 46, 203 - 217
- SOGSTAD, Å. M.; FJELDAAS, T.; ØSTERÅS, O.; FORSHELL, K. P. (2005b): Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Prev. Vet. Med.*, 70, 191 - 209
- SOGSTAD, Å. M.; ØSTERÅS O.; FJELDAAS T. (2006): Bovine Claw and Limb Disorders Related to Reproductive Performance and Production Diseases. *J. Dairy Sci.*, 89, 2519 - 2528
- SOGSTAD Å. M.; ØSTERÅS, O.; FJELDAAS, T.; REFSDAL, A. O. (2007): Bovine claw and limb disorders at claw trimming related to milk yield. *J. Dairy Sci.*, 90, 749 - 759
- SOGSTAD Å. M.; FJELDAAS, T.; ØSTERÅS, O. (2011): Locomotion Score and claw disorders in Norwegian dairy cattle, assessed by Claw Trimmers. In: LAVEN, R. (Hrsg.): *16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective*. Rotorua, New Zealand, Seite 84
- SOMERS, J. (2004): Claw disorders and disturbed locomotion in dairy cows: the effect of floor systems and implications for animal welfare. Dissertation. University of Utrecht, Utrecht, 143 Seiten
- SOMERS, J.; FRANKENA, K.; NOORDHUIZEN-STRASSEN, E. N.; METZ, J. H. M. (2003): Prevalence of Claw Disorders in Dutch Dairy Cows Exposed to Several Floor Systems. *J. Dairy Sci.*, 86, 2082 - 2093
- SOMERS, J.; FRANKENA, K.; NOORDHUIZEN-STRASSEN, E. N.; METZ, J. H. M. (2005a): Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev. Vet. Med.*, 71, 11 - 21
- SOMERS, J.; FRANKENA, K.; NOORDHUIZEN-STRASSEN, E. N.; METZ, J. H. M. (2005b): Risk factors for interdigital dermatitis and heel erosion in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev. Vet. Med.*, 71, 23 - 34
- SPRECHER, D. J.; HOSTETLER, D. E.; KANEENE, J. B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47, 1179 - 1187

- STANEK, C. (2000): Uncomplicated and complicated diseases of the deeper structures of the claws in cattle. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 56 - 66
- SWALVE, H. H.; ALKHODER, H.; PIJL, R. (2011): Breeding the ideal Cow: Are our current cows designed for our system? Genetic Background of Disorders of the Bovine Hoof From Data Collected at Hoof Trimming. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 81
- TADICH, N.; FLOR, E.; GREEN, L. (2010): Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *Vet. J.*, 184, 60 - 65
- TARLTON, J. F.; HOLAH, D. E.; EVANS, K. M.; JONES, S.; PEARSON, G. R.; WEBSTER, A. J. F. (2002): Biomechanical and Histopathological Changes in the Support Structures of Bovine Hooves around the Time of First Calving. *Vet. J.*, 163, 196 - 204
- TELEZHENKO, E.; BERGSTEN, C.; MAGNUSSON, M.; NILSSON, C. (2009): Effect of different flooring systems on claw conformation of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92, 2625 - 2633
- THOMSEN, P. T.; MUNKSGAARD, L.; SØRENSEN, J. T. (2012): Locomotion scores and lying behaviour are indicators of hoof lesions in dairy cows. *Vet. J.*, 193, 644 - 647
- TOHOLJ, B.; CINOVIĆ, M.; STEVANČEVIĆ, M.; SPASOJEVIC, J.; IVETIĆ, V.; POTKONJAK, A. (2014): Evaluation of ultrasonography for measuring solar soft tissue thickness as a predictor of sole ulcer formation in Holstein-Friesian dairy cows. *Vet. J.*, 199, 290 – 294
- TRANter, W. P.; MORRIS, R. S. (1991): A case study of lameness in three dairy herds. *N. Z. Vet. J.*, 39, 88 - 96
- VAARST, M.; HINDHEDE, J.; ENEVOLDSEN, C. (1998): Sole disorders in conventionally managed and organic dairy herds using different housing systems. *J. Dairy Res.*, 65, 175 - 186
- VAN AMSTEL, S. R. (2000): Toe Abscess: A Serious Cause of Lameness in the U.S. Dairy Industry. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 212 - 214
- VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. K.; PALIN, F. L. (2004): Moisture Content, Thickness, and Lesions of Sole Horn Associated with Thin Soles in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 87, 757 - 763
- VAN DER LINDE, C.; JONG, G. DE; KOENEN, E. P. C.; EDING, H. (2010): Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *J. Dairy Sci.*, 93, 4883 - 4891
- VAN STRATEN, M.; SIANI, I.; BRUCKSTEIN, S.; BAR, D. (2011): Decreased Milk fat Percentage in Dairy Cows diagnosed with Laminitis related Claw lesions on test-days preceding Diagnosis. In: LAVEN, R. (Hrsg.): 16th Symposium and 8th Conference of Lameness in Ruminants. Lameness - A global perspective. Rotorua, New Zealand, Seite 77

- VECCHIS, L. DE; MORTELLARO, C. M. (1998): Vertical fissure in dairy cows. In: LISCHER, C. J.; OSSENT, P. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Luzern, Schweiz, 136 - 138
- VERMUNT, J. J. (1992): "Subclinical" laminitis in dairy cattle. N. Z. Vet. J., 40, 133 - 138
- VERMUNT, J. J.; GREENOUGH, P. R. (1994): Predisposing Factors of Laminitis in Cattle. Br. Vet. J., 150, 151 - 164
- VERMUNT, J. J. (2000): Risk factors of Laminitis - an overview. In: MORTELLARO, C. M.; VECCHIS, L. DE; BRIZZI, A. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit & 3th International Conference on Bovine Lameness. Parma, Italy, 34 - 45
- WALKER, R. L.; READ, D. H.; LORETZ, K. J.; NORDHAUSEN, R. W. (1995): Spirochetes isolated from dairy cattle with papillomatous digital dermatitis and interdigital dermatitis. Vet. Microbiol., 47, 343 - 355
- WALKER, S. L.; SMITH, R. F.; ROUTLY, J. E.; JONES, D. N.; MORRIS, M. J.; DOBSON, H. (2008): Lameness, Activity Time-Budgets, and Estrus Expression in Dairy Cattle. J. Dairy Sci., 91, 4552 - 4559
- WARNICK, L. D.; JANSSEN, D.; GUARD, C. L.; GROHN, Y. T. (2001): The effect of lameness on milk production in dairy cows. J. Dairy Sci., 84, 1988 - 1997
- WEAVER, A. D. (2000): Lameness. In: ANDREWS, A. H. (Hrsg.): The health of dairy cattle. Blackwell Science, Oxford, 149 - 202
- WEBER, A.; STAMER, E.; JUNGE, W.; THALLER, G. (2013): Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cows. J. Dairy Sci., 96, 3310 - 3318
- WELLS, S. J.; TRENT, A. M.; MARSH, W. E.; MCGOVERN, P. G.; ROBINSON, R. A. (1993a): Individual cow risk factors for clinical lameness in lactating dairy cows. Prev. Vet. Med., 17, 95 - 109
- WELLS, S. J.; TRENT, A. M.; MARSH, W. E.; ROBINSON, R. A. (1993b): Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds. J. Am. Vet. Med. Assoc., 202, 78 - 82
- WELLS, S. J.; GARBER, L. P.; WAGNER, B. A. (1999): Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds. Prev. Vet. Med., 38, 11 - 24
- WHAY, H. R.; WATERMAN, A. E.; WEBSTER, A. J. F. (1997): Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. Vet. J., 154, 155 - 161
- WHAY, H. R.; MAIN, D. C. J.; GREEN, L. E.; WEBSTER, A. J. F. (2002): Farmer Perception of Lameness Prevalence. In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, USA, 355 - 358
- WHAY, H. R.; MAIN, D. C. J.; GREEN, L. E.; WEBSTER, A. J. F. (2003): Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. Vet. Rec., 153, 197 - 202

- WHITAKER, D. A.; KELLY, J. M.; SMITH, E. J. (1983): Incidence of lameness in dairy cows. *Vet. Rec.*, 113, 60 - 62
- WHITAKER, D. A.; KELLY, J. M.; SMITH, S. (2000): Disposal and disease rates in 340 British dairy herds. *Vet. Rec.*, 146, 363 - 367
- WHITAKER, D. A.; MACRAE, A. I.; BURROUGH, E. (2004): Disposal and disease rates in British dairy herds between April 1998 and March 2002. *Vet. Rec.*, 155, 43 - 47
- WIEDENHÖFT, D. (2005): Einfluss von Lahmheiten auf die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover. 203 Seiten
- WINCKLER, C.; BRILL, G. (2004): Lameness prevalence and behavioural traits in cubicle housed dairy herds - a field study. In: ZEMLJIC, B. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants. Maribor, Slovenija, 160 - 161
- WINCKLER, C. (2009): Verhalten der Rinder. In: HOY, S. (Hrsg.): Nutztierethologie. 35 Tabellen. Ulmer, Stuttgart, 78 - 104
- YAN, T.; MAYNE, C. C.; KEADY, T. W. J.; AGNEW, R. E. (2006): Effects of Dairy Cow Genotype with Two Planes of Nutrition on Energy Partitioning Between Milk and Body Tissue. *J. Dairy Sci.*, 89, 1031 - 1042
- YERUHAM, I.; FRIEDMANN, S.; ELAD, D.; PERL, S. (2000): Association between milk production, somatic cell count and bacterial dermatoses in three dairy cattle herds. *Aust. Vet. J.*, 78, 250 - 253
- ZANTINGA, J. W. (1973): A comparative radiological and clinical study of the typical lesion of the sole (ulceration of the sole) in cattle. *Neth. J. Vet. Sci.*, 5, 88 - 97
- ZEMLJIC, B. (2002): Digital Dermatitis: Where we are after 30 years? In: SHEARER, J. K. (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, USA, 377 - 380
- ZINK, V.; STIPKOVA, M.; LASSEN, J. (2011): Genetic parameters for female fertility, locomotion, body condition score, and linear type traits in Czech Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 94, 5176 - 5182

10 Anhang

Tabelle A.2.1: Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsprävalenzen innerhalb einer Herde

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Land	Untersuchte Rasse	Herdenprävalenz (in %)
MANSKE et al. (2002a)	1996 - 1998	SWE	Schwedisch Holstein, Schwedische Rotbunte	0,0 - 33,0
WHAY et al. (2002)	2000	GBR	k. A.	0,0 - 50,0
COOK (2003)	k. A.	USA	k. A.	7,9 - 51,9
ESPEJO et al. (2006)	2004	USA	Holstein Friesian	3,3 - 57,3
MÜLLEDER et al. (2004)	k. A.	AUT	k. A.	0,0 - 77,0
WINCKLER u. BRILL (2004)	k. A.	GER	k. A.	25,0 - 58,0

Tabelle A.2.2: Übersicht über veröffentlichte Lahmheitsinzidenzen

Autor	Datenerhebung (Zeitraum)	Land	Untersuchte Rasse	Lahmheitsinzidenz (in %)
LEECH et al. (1960)	1957 - 1958	GBR	k. A.	3,9
PRENTICE u. NEAL (1972)	k. A.	GBR	k. A.	30,0
EDDY u. SCOTT (1980)	k. A.	GBR	k. A.	7,3
RUSSELL et al. (1982)	k. A.	GBR	k. A.	5,5
WHITAKER et al. (1983)	k. A.	GBR	k. A.	25,0
CLARKSON et al. (1996)	1989 - 1991	GBR	k. A.	54,6
HULTGREN et al. (2004)	1996 - 1998	SWE	Schwedische Rotbunte, Holstein Friesian	6,0
HEDGES et al. (2001)	1997 - 1999	GBR	k. A.	70,0
GREEN et al. (2002)	1997 - 1999	GBR	Holstein Friesian	9,9 - 11,0
WHITAKER et al. (2000)	1998 - 1999	GBR	k. A.	23,7
WHITAKER et al. (2004)	1998 - 2002	GBR	k. A.	21,0 - 23,0
BLOWEY et al. (2000)	k. A.	SUI	k. A.	69,0
HOLZHAUER (2002)	k. A.	NED	k. A.	14,0 - 40,0
BLOWEY et al. (2004)	k. A.	GBR	k. A.	69,0
SANDERS et al. (2009)	2004 - 2007	USA	k. A.	49,1
CHAWALA et al. (2013)	2005 - 2009	NZL	Holstein Friesian, Jersey, Kreuzungen	6,3
HASCHKA (2009)	2005 - 2006	GER	Holstein Friesian	40,0
ORGEL (2010)	2005 - 2007	GER	Holstein Friesian	3,3 - 61,9

A.2.3: Ausgewählte Krankheiten des Klauenhorns

Name	Definition	Prävalenz	Lokalisation	Ätiologie & Pathologie	klinisches Bild	Prädisponierende Faktoren	Komplikationen	Quellen
Pododermatitis aseptica diffusa Klaurenrehe Laminitis RE	durch gestörte Mikro-zirkulation hervorgerufene diffuse aseptische Entzündung der Lederhaut, mit degenerativer Veränderungen der Dermalen-Epidermalen Verbindung	2,0 – 79,0 % eine der häufigsten Klauenkrankheiten der intensiven Milchviehhaltung	da systemischer Ursprung mehrere Klauen zugleich betroffen, Außenklaue der Hgln. am häufigsten u. am schwersten	Vasokonstriktion durch toxische u. vasoaktive Substanzen (Endotoxine, Histamin), Minderdurchblutung des Coriums, Ödem-bildung, Entzündung, Ischämie, Nekrose der hornbildenden Epidermiszellen.	akut & subakut: hgr. schmerzhaft, deutlich lahm, verändertes Allgemeinbefinden, bis Ausschuhlen Subklinisch: ohne Klinik, minderwertiges Horn, weich, wachsig, gelblich, andere KK (SG, WLD, BF, DS) Chronisch: Klauenbein abgesunken, Klaue breiter, flacher, konkave Dorsalwand, verbreiterte Weiße Linie	systemische Erkrankung: - Pansenazidose - Endometritis - Nachgeburtsverhaltung - schwere Mastitis Über- o. Fehlbela-stung der Klaue	Lösung der dermal-epidermalen Verbindung: Rotation und Absinken des Klauenbeins	Vermunt 1992 Ossent et al. 1997 Vaarst et al. 1998 Lischer und Ossent 2002 Vermunt 2000 Warnick et al. 2001 Mgasa u. Kempson 2002 Mülling u. Lischer 2002 Kleen et al. 2003 Nuss u. Steiner 2004 Hernandez et al. 2005 Wiedenhöft 2005 Maier 2006 Blowey et al. 2008 van der Linde et al. 2010 Swalve et al. 2011 van Straten et al. 2011 Kofler et al. 2013 Schöpke et al. 2013
Solea duplicate Doppelsohle double sole DS	durch einen Hohlraum von einer darunterliegenden Hornschicht getrenntes Sohlenhorn	3,3 – 27,5 %	oft an mehreren Klauen eines Tieres u. bei mehreren Tieren einer Herde	sistieren der Hornproduktion, Austritt von Blut o. Gewebsflüssigkeit, Lösung der Sohle von der Keimschicht der Epidermis. Nach Abklingen normalisierte Hornbildung, unter der abgelösten „alten“ Sohle entsteht eine zweite	weiche, aber intakte Hornschicht unter eigentlichem Sohlenhorn	- Trauma - Klauenrehe - Weiße Linie Defekt - Wanddefekt	Wiederholt sich der auslösende Faktor können auch mehrere Sohlen entstehen	Greenough u. Weaver 1997 Brizzi et al. 1998 Manske et al. 2002a Nuss u. Steiner 2004 Greenough 2007 Borkert Vargas 2011 Kofler et al. 2013
Weiße-Linie-Defekt WLD	Separation der Weißen Linie, Infektion der Lederhaut im Bereich Übergang Wandsohlenhorn	4,8 – 68,2 %	üblicherweise abaxial an der breitesten Stelle der Außenklauen der Hgln. beginnend	Weiches, empfindliches Horn u. hohe mechanische Belastung an der Verbindung von Sohlen- u. Wandhorn, Horn löst sich aus Hornverband, Hohlräume entstehen, Schmutz u. Keime dringen ein	dunkle Risse entlang der weißen Linie, zunächst nicht schmerzhaft, unauffällig, bei Infektion der Lederhaut mgr. – hgr. Stützbeinlahmheit	- Subklinische Klauenrehe - starker Abrieb - vernachlässigte Klauenpflege	- KSG - Doppelte Sohle - Übergreifen auf Beugesehne, Schleimbeutel, Klauengelenk u. Knochen möglich	Russell et al. 1982 Brizzi et al. 1998 Manske et al. 2002a Mülling 2002 Nuss u. Steiner 2004 Bielfeldt et al. 2005 Sanders et al. 2009 Kujala et al. 2010 van der Linde et al. 2010 Borkert Vargas 2011 Kofler et al. 2013 Schöpke et al. 2013

Fortsetzung A.2.3: Ausgewählte Krankheiten des Klauenhorns

Name	Definition	Prävalenz	Lokalisation	Ätiologie & Pathologie	klinisches Bild	Prädisponierende Faktoren	Komplikationen	Quellen
Pododermatitis septica circumscripta axialis Wanddefekt white line disease WD	umschriebene Entzündung der Wandlederhaut	4,8 – 68,2 %	vorwiegend abaxiale Wand der Außenklaue der HgIm.	eingedrungenen Keime infizieren die Lederhaut, Zusammenhangstrennung zwischen Lederhaut u. hornbildender Schicht, eitrige-hohle Wände entstehen, Fistelkanäle ziehen ins Innere o. brechen am Kronsaum nach außen	hgr. schmerzhaft u. deutliche Lahmheit im fortgeschrittenen Stadium, Kron- u. Ballensaum ist gerötet, warm, schmerzhaft. Bei Durchbruch am Kronsaum kurzzeitige Verbesserung der Lahmheit durch entfallen des Druckschmerzes	- WLD - RSG - Traumata	Infektion tiefer gelegener Strukturen wie Fesselbeugesehenscheide u. Klauengelenk	Fiedler u. Maierl 2004 Nuss u. Steiner 2004 Dirksen 2006 Haschka 2009 van der Linde et al. 2010
Fissura ungulae Hornspalt Sandcrack HS	senkrecht verlaufender Hornspalt im Wandsegment	< 1,0 %	vorwiegend Außenklaue der VgIm.	Defekt im Kronsaumbereich mit Hornbildungsstörung des Wandsegmentes, Hornmängel, Spurenelementmangel, Überbelastung, Traumata, Dehydration, Rehe	nach Lokalisation: Kronenspalt, Tragrandspalt o. durchlaufend nach Tiefe: oberflächlich o. durchdringend	extreme klimatische Bedingungen, (extreme Kälte, Hitze o. Wetterumschwünge)	Infektion der Lederhaut möglich, dann schmerzhaft u. deutlich lahm	Greenough 1997a Petrie et al. 1998 Vecchis u. Mortellaro 1998 Fiedler u. Maierl 2004 Nuss u. Steiner 2004 Dirksen 2006 Kofler et al. 2013
Pododermatitis solearis circumscripta Sohlengeschwür Sole ulcer SG	Defekt in der Hornsohle, Infektion der Lederhaut möglich	5,6 – 41,3 %	Weitere Differenzierung nach Lokalisation des Defektes:					Russell et al. 1982 Warnick et al. 2001 Manske et al. 2002a Holzhauer et al. 2008b Koenig et al. 2008 Sanders et al. 2009 van der Linde et al. 2010 Borkert Vargas 2011 Schöpke et al. 2013 Kofler et al. 2013
Pododermatitis solearis aseptica circumscripta Steingalle STG	umschriebene Blutung des Coriums Vorstadium des Sohlengeschwürs	–	Sohlenhorn, oft im Bereich der Hohlkehlung, genauer am Übergang vom mittleren zum hinteren Sohlendrittel	punktuell gestörte Durchblutung der Lederhaut, Austreten von Blutbestandteilen, Einlagerung in das Sohlenhorn	Intaktes Sohlenhorn, lokal dunkel verfärbt	- lokale Traumata - Druckbelastung	Vorstadium des Sohlengeschwürs	Müller 2004

Fortsetzung A.2.3: Ausgewählte Krankheiten des Klauenhorns

Name	Definition	Prävalenz	Lokalisation	Ätiologie & Pathologie	klinisches Bild	Prädisponierende Faktoren	Komplikationen	Quellen
Pododermatitis solearis septica circumscripta in typischer Lokalisation Rusterholz'sches Sohlengeschwür sole ulcer on the typical site RSG	rundlicher Defekt des Sohlenhorns mit freiliegender, granulierender, infizierter Lederhaut im Bereich der Hohlkehlung, genauer am Übergang vom mittleren zum hinteren Sohlendrittel (unter dem medialen Anteil des Tuberculum flexorium des Klauenbeines)	–	vorwiegend Außenklaue der HgIm., vereinzelt Innenklaue der VgIm.	Überbelastung des Tuberculum flexoriums, darunter liegende Lederhaut wird permanent gequetscht. Es folgt Ischämie u. Nekrose, sistierende Hornbildung, Perforation Sohlenhorn, Infektion der Lederhaut	frühes Stadium: gelblich-rote Verfärbung an der typischen Stelle, Schmerz auf Zangendruck, leichte Lahmheit fortgeschrittenes Stadium: Sohlenhorn perforiert, granulierende Lederhaut liegt frei, deutliche Lahmheit, vermehrtes Liegen	- Klauenbeinsenkung durch Klauenrehe - Fehlstellungen - nach kaudal verschobener Körperschwerpunkt durch große Euter u. abfallende Standflächen - vermehrte Ballenbelastung bei Stallklauen u. Ballenfäule - fehlende o. unsachgemäße Klauenpflege - doppelt so hohes Risiko im Anbindestall als im Laufstall - geringer BCS - Exostosen am Tub. flex. diskutiert	Kompliziertes RSG: Übergreifen der Infektion auf umliegende tiefere Strukturen (Beugesehne, Sehnenscheide, Klauengelenk, Sesambeine) Durch Thromben Verschleppung der Erreger in Herz, Lunge, Nieren	Rusterholz 1920 Zantinga 1973 Collick et al. 1989 Enevoldsen et al. 1990 Ebeid 1992 Alban et al. 1996 Whay et al. 1997 Blowey 1998 Kossaibati u. Esslemont 2000 Lischer u. Ossent 2000 Stanek 2000 Lischer u. Ossent 2001 Manske et al. 2002a Fiedler u. Maierl 2004 Nuss u. Steiner 2004 Kremer 2006 Holzhauer et al. 2008b Barker et al. 2009 Bicalho et al. 2009
Pododermatitis apicalis circumscripta Sohlenspitzengeschwür toe ulcer SSG	Defekt des Sohlenhorns an der Klauenspitze	–	–	Quetschung der Lederhaut der Klauenspitze durch Senkung u. Rotation des Klauenbeins bei Klauenrehe, sistierende Hornbildung, Perforation u. Infektion der Lederhaut Eröffnung der Hornkapsel durch fehlerhafte Klauenpflege, Traumata (Hängenbleiben in Spaltenböden o. Nagel- u. Steintritte) o. enormem Abrieb	deutliche Lahmheit, Probleme beim Aufstehvorgang	vorwiegend im Laufstall u. Extensivhaltung - WLD - DD	Übergreifen auf die Klauenbeinspitze (Osteomyelitis, Klauenbeinbruch u./o. Eröffnung des Klauengelenks)	Nuss et al. 1990 Greenough u. Weaver 1997 van Amstel 2000 Acuna u. Scarsi 2002 Miskimins 2002 Fiedler u. Maierl 2004 Nuss u. Steiner 2004 Mülling 2006 Sanders et al. 2009
Pododermatitis solearis circumscripta septica in atypischer Lokalisation Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation sole ulcer on atypical site KSG	Sohlengeschwür in anderer Lokalisation auf als vorrangig bereits beschrieben	–	–	Ursache meist akutes Trauma (bspw. Nagel- o. Steintritt), weitere Entwicklung wie RSG	frühes Stadium: gelblich-rote Verfärbung, leichte Lahmheit; fortgeschrittenes Stadium: Sohlenhorn perforiert, granulierende Lederhaut liegt frei, deutliche Lahmheit, vermehrtes Liegen	- fehlende o. unsachgemäße Klauenpflege - Traumata	Übergreifen der Infektion auf umliegende tiefere Strukturen (Beugesehne, Sehne, Sehnscheide, Klauengelenk, Sesambeine)	Espinasse et al. 1984 Ebeid 1992 Stanek 2000 Lischer u. Ossent 2001 Manske et al. 2002a Fiedler u. Maierl 2004 Fiedler 2004a Nuss u. Steiner 2004 Dirksen 2006 Kremer 2006 Holzhauer et al. 2008b Barker et al. 2009 Bicalho et al. 2009

A.2.4: Ausgewählte Krankheiten der Klauenhaut

Name	Definition	Prävalenz	Lokalisation	Ätiologie & Pathologie	klinisches Bild	Prädisponierende Faktoren	Komplikationen	Quellen
Dermatitis Digitalis Mortellaro´sche Krankheit Foot wart DD	akute Entzündung der behaarten Haut	6,3 – 43,4 % Herdenbefallsrate bis zu 90 % eine der meist vorherrschenden Klauenkrankheiten weltweit	Ballenfurche unmittelbar proximal des Kronsaumes, aber auch auf der Vorderseite der Klauen u. um die Afterklauen Zu 90% HgIm., bei entsprechender Exposition auch VgIm.	vielfältiges Bakterien-spektrum, vor allem Spirochaeten der Gattung Treponema spp. hochkontagiös	runde bis ovale haarlose Stellen, Durchmesser 1 – 5 cm, gelblich-schmierige Beläge, darunter stark gerötete, samtartige (erdbeer-artige) Oberfläche, weißlicher, hyper-thropischer, wulst-förmiger Rand, in der Umgebung lange, aufgestellte Haare, faulig-süßlicher Geruch, Anfangsstadium druckdolent, bei hgr. Befall deutlich lahm	- schlechte Stallhygiene - unkomfortable Liegeboxen - Überbelegung - Fütterungsfehler - tiereigene Faktoren wie z.B. Immunstatus - Ballenfäule - va. Kalbinnen, neu eingegliederte u. Kühe in Früh-laktation	- DID - übergreifen auf vorhandene SG oä. möglich	Walker et al. 1995 Dopfer et al. 1997 Berry et al. 1998 Raven 1998 Wells et al. 1999 Hernandez et al. 2002 Manske et al. 2002 Zemljic 2002 Fiedler u. Maierl 2004 Dirksen u. Baumgartner 2006 Greenough 2007 Amory et al. 2008 Holzhauer et al. 2008a König et al. 2008 van der Linde et al. 2010 Capon 2011 Santos et al. 2012 Kofler et al. 2013 Oberbauer et al. 2013 Relun et al. 2013 Schöpke et al. 2013
Dermatitis Interdigitalis Klauenfäule Scald, foot root DID	akute bis chronische Entzündung der Haut des Zwischenklauenspaltes	7,1 – 76,5 %, z.T. große Teile der Herde betroffen (bis 46 %)	meist an mehreren Gliedmaßen, allein oder zusammen mit Dermatitis Digitalis oder Ballenfäule	Haupterreger Dichelobacter nodosus, Fusobakterium necrophorum, daneben Treponema spp, Arcanobact. pyogenes, Peptostreptokokkus, Staphylokokken milder, oberflächlicher bis eitrig oder nekrotisierender Verlauf	leicht gerötete u gespannte Haut im Zwischenklauenspalt, aufgeraut, gelbbraune Beläge, unangenehm, süßlich-fauliger Geruch, später nekrotisch, mit Trennung der Haut vom axialen Saumhorn Stützbeinlahmheit bei fortgeschr. Erkrankung	- Stallhygiene - Kuhkomfort - Immunstatus (ähnlich DD) - hgr. SG	k.A.	Enevoldsen et al. 1991 Philipot et al. 1994 Fiedler 2000 Fiedler et al. 2004 Fiedler u. Maierl 2004 Somers et al. 2005b Dirksen u. Baumgartner 2006 Dirksen 2006 Greenough 2007 Fiedler 2008

Fortsetzung A.2.4: Ausgewählte Krankheiten der Klauenhaut

Name	Definition	Prävalenz	Lokalisation	Ätiologie & Pathologie	klinisches Bild	Prädisponierende Faktoren	Komplikationen	Quellen
Erosion ungulae Ballenhornfäule slurry heel BF	Zersetzungsprozess des Ballenhorns	8,7 – 61,8 % bis zu 50 % Befallsrate innerhalb einer Herde eine der wichtigsten Klauenkrankheiten beim Milchrind	AS: HgIm. häufiger u. schwerer betroffen LS: VgIm. u. HgIm. betroffen	Vorwiegend Dichelobacter nodosus, Interzellularkitt zwischen den Hornzellen löst sich, Ballenhorn weicht auf, oberfl. bis tiefer Substanzverlust	separate Furchen u. Risse, später zusammenlaufen zu V-Form, faulig, süßlicher Geruch, erst keine Lahmheit dann mgr. – hgr. Stützbeinlahm, Tiere liegen viel, fußen auf Zehe	- Klauenrehe - feuchte, unhygienische Haltung, - oft gemeinsam mit DD u. DID	- absinken Klaue im Ballenbereich, Druck auf Lederhaut, SG – Risiko steigt	Russell et al. 1982 Espinasse et al. 1984 Enevoldsen et al. 1991 Günther 1991 Philipot et al. 1994 Bergsten u. Herlin 1996 Manske et al. 2002a Fiedler 2004a Nuss u. Steiner 2004 Bielfeldt et al. 2005 Sogstad et al. 2005a Wiedenhöft 2005 Dirksen 2006 Maier 2006 Greenough 2007 Blowey 2008 Kofler et al. 2013
Hyperplasia interdigitalis Zwischenklauenwulst Limax / Tylom LI	chronisch-proliferativen Entzündung des Stratum reticulare der Zwischenklauenhaut	1,8 – 9,1 %	genetische Form: häufig HgIm. o. allen vier Glm., erworbene Form: meist nur eine Klaue	Dehnungsreiz, chronische Entzündung, Proliferation BG	kleinfinger- bis daumenstarke Zubildung (Hautschwiele) im Zwischenzehenbereich, wenig schmerzhaft, bei Infektion ggr. – mgr. Stützbeinlahmheit	- genetische Spreizklaue - hohes Körpergewicht - allgemein schwaches BG	Bei Infektion hohes DID-, Zwischenzehphlegmonen-Risiko	Espinasse et al. 1984 Enevoldsen et al. 1991 Manske et al. 2002a Müller 2004 Hulek 2005 Dirksen 2006
Phlegmona interdigitalis Zwischenklauenpanaritium interdigital phlegmon PH	akute, diffus eitrige Entzündung des Zwischenzehengewebes	< 1,0 – 20 % Meist sporadisch bei einzelnen Tieren, aber auch endemisch	gewöhnlich nur eine Glm. betroffen	Hautverletzungen im Zwischenklauenspalt, Erreger (Dichelobacter nodosus, Fusobacterium necrophorum Porphyromonas levii, Arcanobacterium pyogenes, Eiter- u. Nekroseerreger) dringen ein, Entzündung des interstitiellen BG	Rötung, Wärme, Schwellung Kronsaum, Ballenbereich. Koagulationsnekrose o. eitrige Entzündung. plötzlich hgr. Lahmheit, Fieber, gestörtes Allgemeinbefinden, Rückgang der Milchleistung u. Fresslust	- unhygienische Haltungsbedingungen - morastische Weiden - feuchte Tränke- o. Futterstellen - harte Einstreu - Stoppelweiden - Oft Folge von DD, MD, MKS	- Übergreifen auf Lymphbahnen, Fesselbeugesehnscheide, Zehengelenk	Berg u. Franklin 2000 Fiedler u. Maierl 2004 Fiedler 2004a Dirksen 2006 Greenough 2007 Fiedler 2008





Tabelle A.3.1: Beschreibung der teilnehmenden Laufstallbetriebe

Betrieb	Herden- größe	Lauffläche	Liegefläche			Melkung	Fütterung	Herden- leistung (in kg)	Klauenpflege alle
			Gestaltung	Anzahl	Untergrund				
L1	90	Betonspaltenboden	Hochboxen	60	Gummimatte	Melkstand	Teil - TMR	7395,98	6 Monate
L2	62	Betonspaltenboden	Tiefboxen	57	Beton/Strohhäcksel	Roboter	Teil - TMR	8046,64	6 Monate
L3	86	Betonspaltenboden	Tiefboxen	60	Beton/Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	9567,49	6 Monate
L4	68	Betonspaltenboden	Hochboxen	72	Gummimatte/ Strohhäcksel	Melkstand	Teil - TMR	7253,95	6 Monate
L5	113	Betonspaltenboden	Hoch/Tiefboxen	103	Gummimatte/ Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	7284,66	6 Monate
L6	84	Betonspaltenboden	Tiefboxen	k. A.	Strohhäcksel	Melkstand	Teil - TMR	7836,98	6 Monate
L7	88	Planbefestigt/ Gußasphalt	Tiefboxen	k. A.	Beton/Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	8532,93	8 Monate
L8	45	Betonspaltenboden	Tiefboxen	40	Gummimatte/ Strohmehl	Melkstand	Teil - TMR	7165,26	6 Monate
L9	60	Planbefestigt/ Gummimatte	Hochboxen	60	Gummimatte	Melkstand	Teil - TMR	7312,82	6 Monate
L10	55	Betonspaltenboden	Hochboxen	59	Gummimatte/ Dinkelspelzen	Melkstand	Teil - TMR	7266,75	6 Monate
L11	53	Betonspaltenboden	Tiefboxen	k. A.	Beton/Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	7847,64	6 Monate
L12	65	Betonspaltenboden	Tiefboxen	k. A.	Gummimatte/ Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	7206,80	6 Monate
L13	95	Betonspaltenboden	Tiefboxen	k. A.	Beton/Langstroh	Melkstand	Teil - TMR	7513,75	6 Monate
L14	58	Betonspaltenboden	Hochboxen	k. A.	Gummimatte	Melkstand	Teil - TMR	8049,27	6 Monate










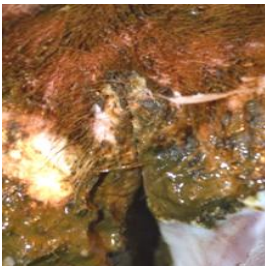


Tabelle A.3.2: Beschreibung der teilnehmenden Betriebe mit Anbindehaltung

Betrieb	Herdengröße	Stand/Liegefläche			Melkung	Fütterung	Herdenleistung (in kg)	Klauenpflege alle
		Gestaltung	Untergrund	Einstreu				
A1	40	Kurzstand	Gummimatte	Sägespäne	Rohrmelkanlage	getrennt	7610,22	8 Monate
A2	38	Mittellangstand	Gummimatte	k. A.		getrennt	6458,09	6 Monate
A3	50	Kurz/Mittel	Gummimatte	Kalk		getrennt	7594,63	6 Monate
A4	31	Mittellangstand	Gummimatte	Dinkelspelzen		getrennt	7051,70	9 Monate
A5	38	Kurzstand	Gummimatte	k. A.		getrennt	9149,97	12 Monate
A6	46	Mittellangstand	Gummimatte	Kalk		Teil - TMR	7096,11	6 Monate
A7	38	Kurzstand	Gummimatte	Sägespäne		getrennt	7156,21	6 Monate
A8	24	Mittellangstand	Gummimatte	Strohmehl		getrennt	7403,14	6 Monate
A9	26	Kurzstand	Gummimatte	k. A.		getrennt	7585,05	10 Monate
A10	46	Mittellangstand	Gummimatte	Strohmehl		getrennt	6479,18	12 Monate
A11	70	Langstand	Gummimatte	Sägespäne		Voll - TMR	8470,09	6 Monate
A12	40	Mittellangstand	Gummimatte	Häckselstroh		getrennt	7127,90	6 Monate
A13	24	Mittellangstand	k. A.	Langstroh		getrennt	8277,98	6 Monate
A14	70	Mittellangstand	Gummimatte	k. A.		getrennt	7049,57	6 Monate
A15	57	Kurzstand	Gummimatte	k. A.		Voll - TMR	7284,62	12 Monate
A16	39	Langstand	Gummimatte	Hobelspäne		Teil - TMR	7546,45	6 Monate
A17	94	Langstand	Gummimatte	Häckselstroh		Voll - TMR	7820,28	6 Monate
A18	56	Mittellangstand	Gummimatte	Kalk		Teil - TMR	8420,60	6 Monate
A19	21	Kurzstand	Beton	Langstroh		getrennt	6882,45	12 Monate
A20	32	Langstand	Beton	Langstroh		getrennt	7518,82	6 Monate
A21	37	Mittellangstand	Gummimatte	k. A.		getrennt	6936,58	10 Monate


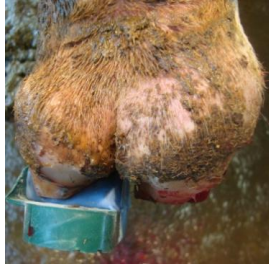






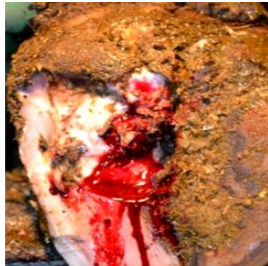
Tabelle A.3.3: Legende des verwendeten Klauenpflegeprotokolls nach dem DLG-Diagnoseschlüssel (HERMANN u. LANDMANN, 2007)

Abk.	Bezeichnung	Grad 1	Grad 2	Grad 3
RE	Klauenrehe	<p>Krümmung (Konkavität) der Dorsalwand und/oder Verfärbung der Sohlenfläche bis zu 1/3</p> 	<p>Krümmung (Konkavität) der Dorsalwand und/oder Verfärbung der Sohlenfläche bis zu 2/3</p> 	<p>Krümmung (Konkavität) der Dorsalwand und/oder Verfärbung der Sohlenfläche bis zu 3/3</p> 
WLD	Weiße Linie Defekt	Zusammenhangstrennungen: dunkel gefärbte Risse und/oder Einblutungen und/oder ausbrechende Wandanteile		
		<p>Ausdehnung bis 1/3 der Sohlenfläche</p> 	<p>Ausdehnung bis 2/3 der Sohlenfläche</p> 	<p>Ausdehnung bis 3/3 der Sohlenfläche</p> 
WD	Wanddefekt (axial/abaxial)	<p>entzündlicher Defekt bis 1,5 cm oberflächlich</p> 	<p>entzündlicher Defekt bis 2,5 cm beginnende Kanalbildung Richtung Kronsaum</p> 	<p>entzündlicher Defekt > 2,5 cm vermutlich tiefere Strukturen betroffen</p> 

Fortsetzung Tabelle A.3.3: Legende des verwendeten Klauenpflegeprotokolls nach dem DLG-Diagnoseschlüssel

Abk.	Bezeichnung	Grad 1	Grad 2	Grad 3
DS	Doppelte Sohle	<p>Ausdehnung bis 1/3 der Sohlenfläche</p> 	<p>Ausdehnung bis 2/3 der Sohlenfläche</p> 	<p>Ausdehnung bis 3/3 der Sohlenfläche</p> 
BF	Ballenfäule	<p>Andeutungsweise V-Furchen</p> 	<p>V-Furchen über gesamte Klauenbreite</p> 	<p>zusätzl. Ballenschwellung und/oder entzündl. Veränderungen d. Lederhaut</p> 
DID	Dermatitis Intedigitalis/ Klauenhorn fäule	<p>Beläge ohne Veränderungen der Zwischenklauenhaut</p> 	<p>Beschädigung der Zwischenklauenhaut, Ausdehnung bis 2 cm Länge</p> 	<p>Beschädigung der Zwischenklauenhaut, Ausdehnung über 2 cm Länge</p> 
DD	Dermatitis Digitalis / Mortellaro	<p>erste Anzeichen bis 1,5 cm Ø</p> 	<p>Ø 1,5 cm bis 2,5 cm</p> 	<p>> 2,5 cm Ø</p> 

Fortsetzung Tabelle A.3.3: Legende des verwendeten Klauenpflegeprotokolls nach dem DLG-Diagnoseschlüssel

Abk.	Bezeichnung	Grad 1	Grad 2	Grad 3
ZP	Zwischenzeh-phlegmone	Schwellung im Zwischenklauenspalt mit Spreizung d. Klaue, zusätzlich Schwellung im Ballenbereich möglich 	Zusätzliche Beschädigung der Haut 	Zusätzlich nekrotische Veränderungen 
SK	Schwellung des Kronsaumes	Schwellung ohne Verfärbung	Schwellung mit lokaler leichter rötlicher/bläulicher Verfärbung	Schwellung des gesamten Kronsaumes mit rötlich-bläulicher Verfärbung
STG	Steingalle	Druckstelle an Rusterholzstelle ohne Perforation des Sohlenhorns		
		bis 0,5 cm Ø 	> 0,5 cm bis 1,5 cm Ø 	> 1,5 cm Ø 
RSG	Rusterholz'sches Sohlengeschwür	bis 1 cm Ø Lederhautschädigung oberflächlich 	> 1 cm bis 2,5 cm Ø z.T. nekrotische Veränderungen der Lederhaut 	> 2,5 cm Ø tiefergehende nekrotische Veränderungen 

Fortsetzung Tabelle A.3.3: Legende des verwendeten Klauenpflegeprotokolls nach dem DLG-Diagnoseschlüssel



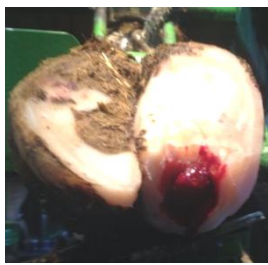
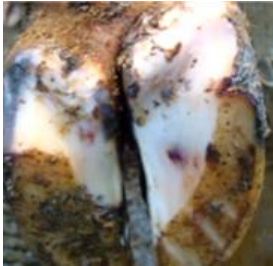





Abk.	Bezeichnung	Grad 1	Grad 2	Grad 3
SSG	Sohlenspitzen- geschwür	<p>Bis 1 cm Ø Lederhautschädigung oberflächlich</p> 	<p>> 1 cm bis 2,5 cm Ø z.T. nekrotische Veränderungen der Lederhaut</p> 	<p>Über 2,5 cm Ø tiefergehende nekrotische Veränderungen</p> 
KSG	Klauensohlen- geschwür atyp. Lokal.	<p>Bis 1 cm Ø Lederhautschädigung oberflächlich</p> 	<p>> 1 cm bis 2,5 cm Ø z.T. nekrotische Veränderungen der Lederhaut</p> 	<p>Über 2,5 cm Ø tiefergehende nekrotische Veränderungen</p> 
LI	Limax	<p>Ohne Spreizung</p> 	<p>Mit Spreizung</p> 	<p>Entzündet mit oder ohne Spreizung</p> 
HS	Hornspalt	<p>Nicht durchlaufend von Kronsaum bis Sohle, nicht durchdringend (oberfl.)</p>	<p>Durchlaufend, nicht durchdringend (oberflächlich)</p>	<p>Durchdringend bis zur Lederhaut (tief)</p>

Tabelle A.4.1 : Häufigkeit und prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Klauenebene

n = absolute Zahlen der gestellten Diagnosen, % = Anteil an der Gesamtdiagnosenzahl der jeweiligen Haltungsgruppe, Horn = Krankheiten des Klauenhorns, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzenengeschwür, HS = Hornspalt, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall

Diagnose		Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
		n	%	n	%	n	%	
Gesamt		2478	100,00	1535	100,00	943	100,00	< 0,0001
HORN		2009	81,07	1152	75,04	857	90,88	< 0,0001
Klauenhornkrankheiten	RE	739	29,82	422	27,49	317	33,62	0,0006
	WLD	733	29,58	420	27,36	313	33,19	0,0210
	WD	141	5,69	97	6,32	44	4,67	0,0199
	DS	138	5,57	96	6,25	42	4,45	0,1660
	STG	113	4,56	55	3,58	58	6,15	0,0077
	RSG	70	2,82	23	1,50	47	4,98	< 0,0001
	KSG	54	2,18	22	1,43	32	3,39	0,0003
	SSG	19	0,77	15	0,98	4	0,42	0,1327
	HS	2	0,08	2	0,13	0	0,00	0,3709

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.2: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Klauenebene

n = absolute Zahlen der gestellten Diagnosen, % = Anteil an der Gesamtdiagnosenzahl der jeweiligen Haltungsgruppe, Haut = Krankheiten der Klauenhaut, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmone, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall

Diagnose		Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
		n	%	n	%	n	%	
Gesamt		2478	100,00	1535	100,00	943	100,00	< 0,0001
HAUT		469	18,93	383	24,96	86	9,12	< 0,0001
Klauenhautkrankheiten	DD	292	11,78	260	16,94	32	3,39	< 0,0001
	BF	99	4,00	60	3,91	39	4,14	0,1547
	LI	59	2,38	46	3,00	13	1,38	0,0336
	DID	18	0,73	16	1,04	2	0,21	0,0411
	PH	1	0,04	1	0,07	0	0,00	0,5478

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.3: Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhornkrankheiten auf Tierebene

n = absolute Zahlen der betroffenen Tiere, %= Anteil der Gesamtpopulation der jeweiligen Haltungsgruppe, Horn = Krankheiten des Klauenhorns, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzeneschwür, HS = Hornspalt, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall

Diagnose		Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
		n	%	n	%	n	%	
Gesamt		1435	100,00	766	100,00	669	100,00	-
Gesund		406	28,29	156	20,37	250	37,37	< 0,0001
HORN		932	64,95	537	70,10	395	59,04	0,0006
Klauenhornkrankheiten	RE	445	31,01	266	34,73	179	26,76	0,0035
	WLD	531	37,00	309	40,34	222	33,18	0,0067
	WD	131	9,13	90	11,75	41	6,13	< 0,0001
	DS	133	9,27	93	12,14	40	5,98	0,0003
	STG	100	6,97	49	6,40	51	7,62	0,3420
	RSG	61	4,25	20	2,61	41	6,13	< 0,0001
	KSG	49	3,41	21	2,74	28	4,19	0,0579
	SSG	19	1,32	15	1,96	4	0,60	0,0362
	HS	2	0,14	2	0,26	0	0,00	0,2310

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.4: Prävalenzen der diagnostizierten Klauenhautkrankheiten auf Tierebene

n = absolute Zahlen der betroffenen Tiere, %= Anteil der Gesamtpopulation der jeweiligen Haltungsgruppe, Haut = Krankheiten der Klauenhaut, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, PH = Phlegmone, p-Wert = Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit beobachteter Unterschiede zwischen Lauf- und Anbindestall

Diagnose		Gesamt		Laufstall		Anbindestall		p-Wert*
		n	%	n	%	n	%	
Gesamt		1435	100,00	766	100,00	669	100,00	-
Gesund		406	28,29	156	20,37	250	37,37	< 0,0001
HAUT		314	21,88	252	32,90	62	9,27	< 0,0001
Klauenhaut-krankheiten	DD	210	14,63	188	24,54	22	3,29	< 0,0001
	BF	82	5,71	49	6,40	33	4,93	0,0279
	LI	39	2,72	30	3,92	9	1,35	0,0118
	DID	17	1,18	15	1,96	2	0,30	0,0085
	PH	1	0,07	1	0,13	0	0,00	0,3895

* Ergebnisse der multivariablen Varianzanalyse, Modell Klauengesundheit, korrigiert auf Herdenniveau des Betriebes, Laktationsnummer und Laktationsphase des Tieres zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.5: Kombinationen verschiedener Klauenkrankheiten pro Tier im Laufstall

n = absolute Tierzahlen, % = Anteil der Krankheitspopulation, RE = Klauenrehe, DS = Doppelte Sohle, WLD = Weiße Linie Defekt, WD = Wanddefekt, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, SSG = Sohlenspitzenengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür, DD = Dermatitis Digitalis, DID = Dermatitis Interdigitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, HORN = Klauenhornkrankheiten, HAUT = Klauenhautkrankheiten

	WLD		RE		DD		DS		WD		STG		BF		RSG		KSG		LI		SSG		DID	
	n = 309	%	n = 266	%	n = 188	%	n = 93	%	n = 90	%	n = 49	%	n = 49	%	n = 20	%	n = 21	%	n = 30	%	n = 15	%	n = 15	%
+ WLD	-		114	42,86	60	31,91	52	55,91	38	42,22	26	53,06	23	46,94	3	15,00	9	42,86	16	53,33	6	40,00	8	53,33
+ RE	114	36,89	-		63	33,51	25	26,88	32	35,56	27	55,10	18	36,73	10	50,00	7	33,33	14	46,67	6	40,00	7	46,67
+ DD	60	19,42	63	23,68	-		26	27,96	9	10,00	8	16,33	12	24,49	10	50,00	9	42,86	9	30,00	3	20,00	7	46,67
+ DS	52	16,83	25	9,40	26	13,83	-		19	21,11	5	10,20	10	20,41	5	25,00	9	42,86	4	13,33	2	13,33	2	13,33
+ WD	38	12,30	32	12,03	9	4,79	19	20,43	-		6	12,24	1	2,04	1	5,00	2	9,52	2	6,67	1	6,67	1	6,67
+ STG	26	8,41	27	10,15	8	4,26	5	5,38	6	6,67	-		3	6,12	1	5,00	3	14,29	2	6,67	3	20,00	0	0,00
+ BF	23	7,44	18	6,77	12	6,38	10	10,75	1	1,11	3	6,12	-		5	25,00	0	0,00	0	0,00	1	6,67	0	0,00
+ RSG	3	0,97	10	3,76	10	5,32	5	5,38	1	1,11	1	2,04	5	10,20	-		0	0,00	5	16,67	0	0,00	0	0,00
+ KSG	9	2,91	7	2,63	9	4,79	9	9,68	2	2,22	3	6,12	0	0,00	0	0,00	-		3	10,00	1	6,67	0	0,00
+ LI	16	5,18	14	5,26	9	4,79	4	4,30	2	2,22	2	4,08	0	0,00	5	25,00	3	14,29	-		1	6,67	3	20,00
+ SSG	6	1,94	6	2,26	3	1,60	2	2,15	1	1,11	3	6,12	1	2,04	0	0,00	1	4,76	1	3,33	-		0	0,00
+ DID	8	2,59	7	2,63	7	3,72	2	2,15	1	1,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	10,00	0	0,00	-	
+ HORN	186	60,19	165	62,03	126	67,02	79	84,95	65	72,22	43	87,76	37	75,51	14	70,00	16	76,19	28	93,33	4	26,67	12	80,00
+ HAUT	95	30,74	91	34,21	26	13,83	36	38,71	14	15,56	13	26,53	12	24,49	14	70,00	11	52,38	10	33,33	5	33,33	8	53,33

Tabelle A.4.6: Kombinationen verschiedener Klauenkrankheiten pro Tier im Anbindestall

n = absolute Tierzahlen, % = Anteil der Krankheitspopulation, RE = Klauenrehe, DS = Doppelte Sohle, WLD = Weiße Linie Defekt, WD = Wanddefekt, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, SSG = Sohlenspitzen Geschwür, KSG = Klauensohlengeschwür, DD = Dermatitis Digitalis, DID = Dermatitis Interdigitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, HORN = Klauenhornkrankheiten, HAUT = Klauenhautkrankheiten

	WLD		RE		DD		DS		WD		STG		BF		RSG		KSG		LI		SSG		DID	
	n = 222	%	n = 179	%	n = 22	%	n = 40	%	n = 41	%	n = 51	%	n = 33	%	n = 41	%	n = 28	%	n = 9	%	n = 4	%	n = 2	%
+ WLD	-		57	31,84	8	36,36	28	70,00	25	60,98	22	43,14	8	24,24	19	46,34	12	42,86	4	44,44	0	0,00	1	50,00
+ RE	57	25,68	-		3	13,64	8	20,00	6	14,63	22	43,14	2	6,06	12	29,27	2	7,14	3	33,33	2	50,00	0	0,00
+ DD	8	3,60	3	1,68	-		3	7,50	4	9,76	1	1,96	3	9,09	2	4,88	1	3,57	0	0,00	0	0,00	0	0,00
+ DS	28	12,61	8	4,47	3	13,64	-		10	24,39	6	11,76	1	3,03	6	14,63	7	25,00	2	22,22	0	0,00	0	0,00
+ WD	25	11,26	6	3,35	4	18,18	10	25,00	-		4	7,84	3	9,09	3	7,32	3	10,71	1	11,11	0	0,00	0	0,00
+ STG	22	9,91	22	12,29	1	4,55	6	15,00	4	9,76	-		4	12,12	5	12,20	2	7,14	1	11,11	1	25,00	0	0,00
+ BF	8	3,60	2	1,12	3	13,64	1	2,50	3	7,32	4	7,84	-		4	9,76	5	17,86	0	0,00	0	0,00	0	0,00
+ RSG	19	8,56	12	6,70	2	9,09	6	15,00	3	7,32	5	9,80	4	12,12	-		6	21,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00
+ KSG	12	5,41	2	1,12	1	4,55	7	17,50	3	7,32	2	3,92	5	15,15	6	14,63	-		2	22,22	0	0,00	0	0,00
+ LI	4	1,80	3	1,68	0	0,00	2	5,00	1	2,44	1	1,96	0	0,00	0	0,00	2	7,14	-		1	25,00	1	50,00
+ SSG	0	0,00	2	1,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	11,11	-		1	50,00
+ DID	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	11,11	1	25,00	-	
+ HORN	115	51,80	85	47,49	13	59,09	38	95,00	32	78,05	41	80,39	20	60,61	30	73,17	22	78,57	6	66,67	2	50,00	1	50,00
+ HAUT	20	9,01	8	4,47	3	13,64	5	12,50	8	19,51	6	11,76	3	9,09	6	14,63	7	25,00	1	11,11	1	25,00	1	50,00

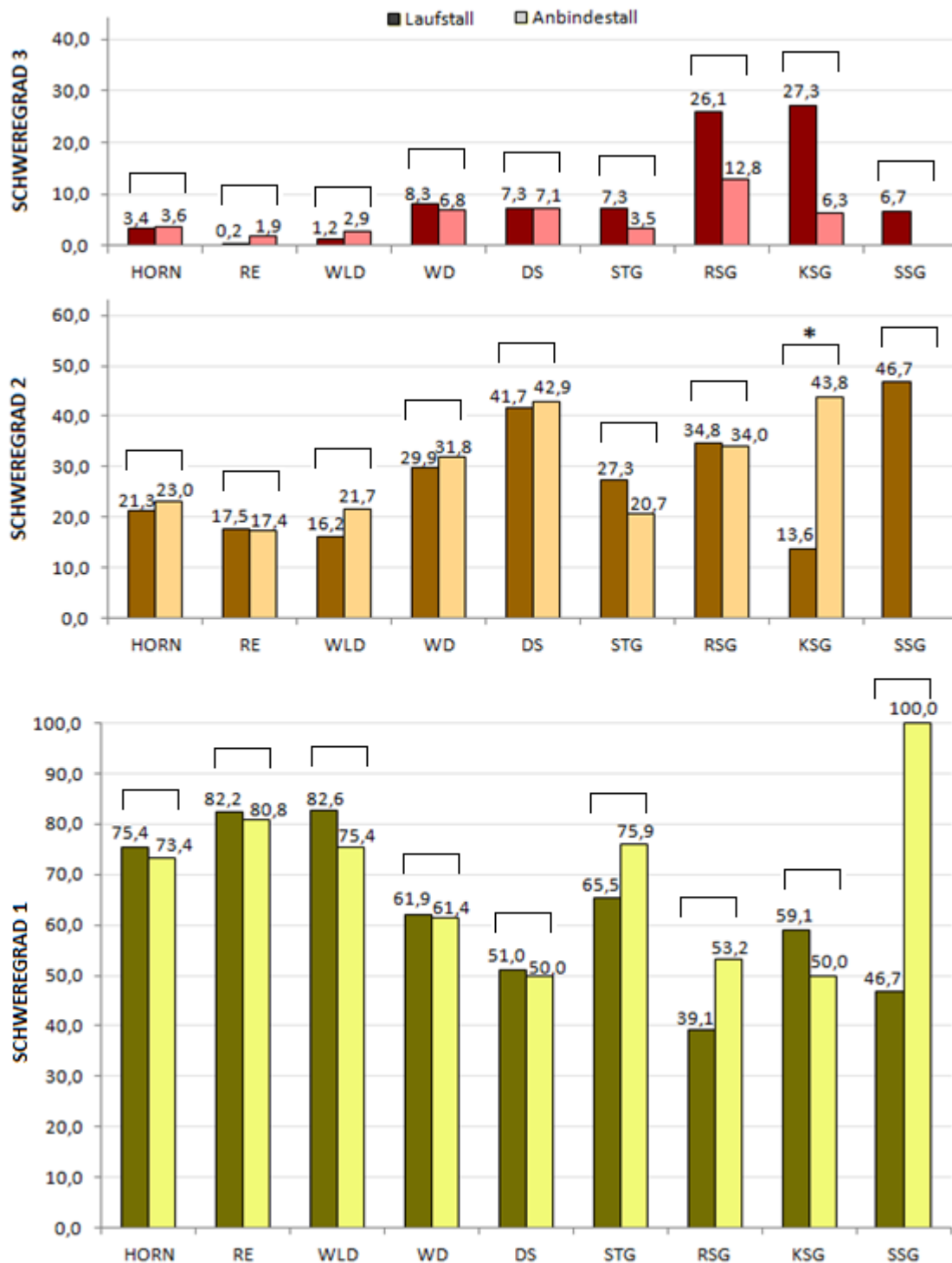


Abbildung A.4.1: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Haltungsform

Horn = Krankheiten des Klauenhorns, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzenengeschwür, * signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

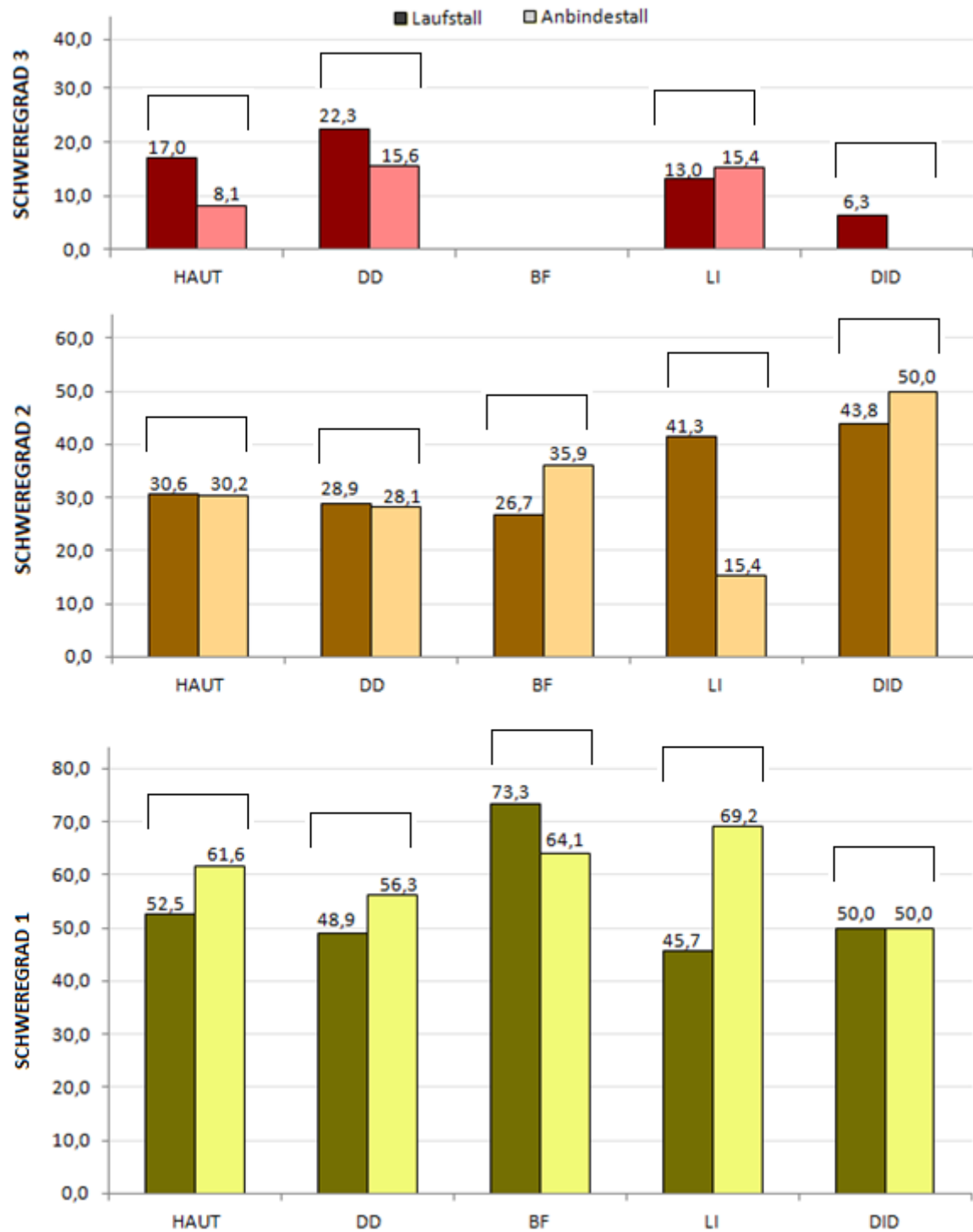


Abbildung A.4.2: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Haltungsform

Haut = Krankheiten der Klauenhaut, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis, * signifikanter Unterschied zwischen den beiden Haltungssystemen

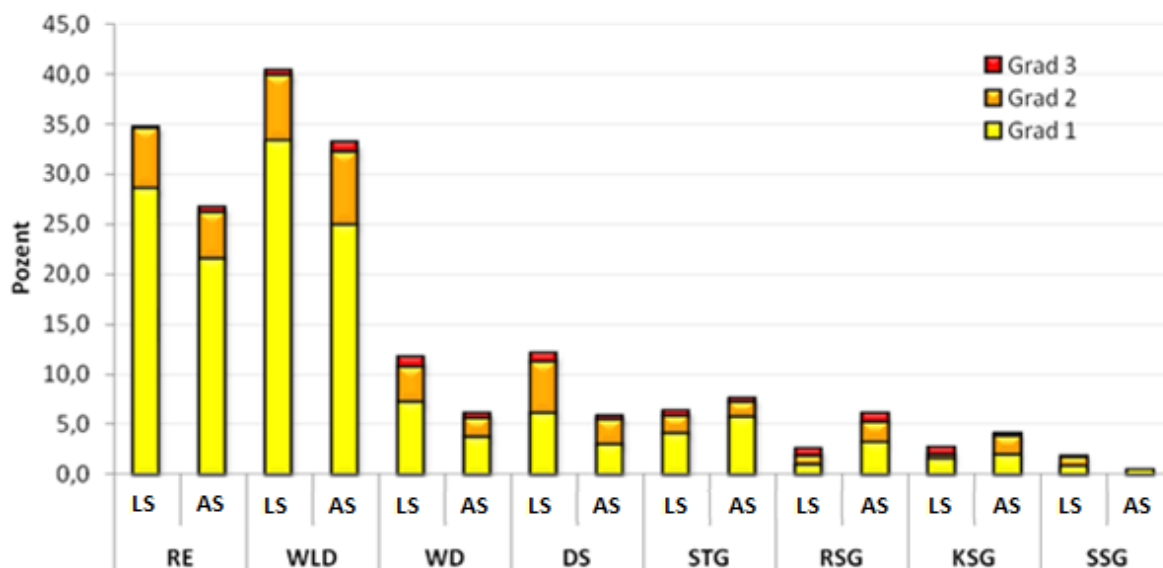


Abbildung A.4.3: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen des Klauenhorns in Abhängigkeit von der Prävalenz auf Klauenebene und der jeweiligen Haltungssystem

LS = Laufstall, AS = Anbindestall, RE = Klauenrehe, WLD = Weiße-Linie-Defekt, WD = Wanddefekt, DS = Doppelsohle, STG = Steingalle, RSG = Rusterholz'sches Sohlengeschwür, KSG = Klauensohlengeschwür atypischer Lokalisation, SSG = Sohlenspitzenengeschwür

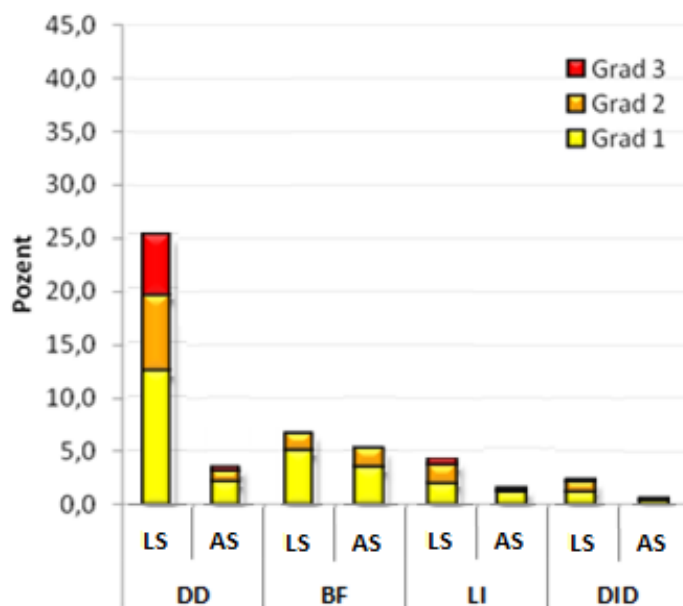


Abbildung A.4.4: Schweregradverteilung einzelner Krankheitsdiagnosen der Klauenhaut in Abhängigkeit von der Prävalenz auf Klauenebene und dem jeweiligen Haltungssystem

LS = Laufstall, AS = Anbindestall, DD = Dermatitis Digitalis, BF = Ballenfäule, LI = Limax, DID = Dermatitis Interdigitalis

Tabelle A.4.7: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung

100 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
		R-Square 0,3873				R-Square 0,2706			
Klauen- status	Intercept	1	2527,28	268,90	< 0,0001	1	2053,43	237,92	< 0,0001
	Klauenstatus	1	-253,62	99,85	0,0120	1	-147,01	95,26	0,1249
	Herdenniveau	1	73,35	81,21	0,3676	1	306,31	65,82	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	313,68	33,61	< 0,0001	1	186,19	39,77	< 0,0001
	Laktationstage	1	-130,56	81,68	0,1118	1	-90,09	90,04	0,3187
		R-Square 0,3784				R-Square 0,2716			
Klauen- horn- krankheit	Intercept	1	2398,24	262,76	< 0,0001	1	2034,56	235,66	< 0,0001
	Hornkrankheit	1	-181,57	92,38	0,0510	1	-153,90	95,38	0,1087
	Herdenniveau	1	88,24	82,81	0,2881	1	316,01	66,33	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	321,42	33,64	< 0,0001	1	180,08	40,33	< 0,0001
	Laktationstage	1	-127,87	82,45	0,1227	1	-85,59	90,35	0,3450
		R-Square 0,4002				R-Square 0,2643			
Klauen- haut- krankheit	Intercept	1	2564,27	265,47	< 0,0001	1	2018,94	236,98	< 0,0001
	Hautkrankheit	1	-281,71	87,68	0,0016	1	-164,88	157,71	0,2975
	Herdenniveau	1	32,97	80,69	0,6833	1	289,51	66,99	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	301,46	33,75	< 0,0001	1	198,76	39,94	< 0,0001
	Laktationstage	1	-139,99	80,72	0,0846	1	-112,08	89,23	0,2110
		R-Square 0,4127				R-Square 0,2800			
Maximaler Schwere- grad	Intercept	1	2633,40	265,14	< 0,0001	1	2009,46	232,69	< 0,0001
	Max. Grad	1	-170,54	45,20	0,0002	1	-110,97	53,15	0,0385
	Herdenniveau	1	29,54	79,81	0,7118	1	315,36	65,67	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	320,40	32,70	< 0,0001	1	186,86	39,35	< 0,0001
	Laktationstage	1	-129,99	79,93	0,1057	1	-71,25	90,47	0,4322

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, für Tiere mit DIM ≤120, korrigiert auf jeweiligen Klauenparameter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.8: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Schweregrade)

100 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions-koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions-koeffizient	SD	p-Wert*
Klauenstatus	Intercept	1	2527,28	268,90	< 0,0001	R-Square 0,3873			
	Klauenstatus	1	-253,62	99,85	0,0120	1	2053,43	237,92	< 0,0001
	Herdenniveau	1	73,35	81,21	0,3676	1	-147,01	95,26	0,1249
	Laktationsnummer	1	313,68	33,61	< 0,0001	1	306,31	65,82	< 0,0001
	Laktationstage	1	-130,56	81,68	0,1118	1	186,19	39,77	< 0,0001
Maximaler Schwere-Grad 1	Intercept	1	2426,56	301,61	< 0,0001	R-Square 0,2706			
	Max. Grad 1	1	-142,85	102,23	0,1652	1	-90,09	90,04	0,3187
	Herdenniveau	1	101,20	97,32	0,3007	R-Square 0,2753			
	Laktationsnummer	1	340,87	40,99	< 0,0001	1	1926,01	278,34	< 0,0001
	Laktationstage	1	-158,52	94,86	0,0976	1	-73,97	107,59	0,4932
Maximaler Schwere-Grad 2	Intercept	1	3061,48	388,49	< 0,0001	1	327,60	78,08	< 0,0001
	Max. Grad 2	1	-363,12	122,08	0,0038	1	223,76	48,63	< 0,0001
	Herdenniveau	1	-99,54	119,63	0,4077	1	-100,87	106,43	0,3453
	Laktationsnummer	1	254,56	51,16	< 0,0001	R-Square 0,4048			
	Laktationstage	1	-95,61	118,64	0,4226	1	1800,54	347,68	< 0,0001
Maximaler Schwere-Grad 3	Intercept	1	2408,55	477,39	< 0,0001	1	-242,42	134,31	0,0750
	Max. Grad 3	1	-486,00	170,73	0,0065	1	319,26	94,68	0,0012
	Herdenniveau	1	129,89	155,09	0,4065	1	262,36	55,85	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	223,37	70,69	0,0027	1	-62,09	132,12	0,6398
	Laktationstage	1	20,66	154,73	0,8944	R-Square 0,2908			
						1	1629,16	483,21	0,0014
						1	-316,16	267,20	0,2417
						1	402,98	135,88	0,0044
						1	239,62	75,08	0,0023
						1	-47,17	175,23	0,7888

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, für Tiere mit DIM ≤120, korrigiert auf jeweiligen Klauenparameter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.9: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Klauenhornkrankheiten)

100 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
Klauen- horn- krankheit	Intercept	1	2398,24	262,76	< 0,0001	R-Square 0,3784			
	Hornkrankheit	1	-181,57	92,38	0,0510	1	2034,56	235,66	< 0,0001
	Herdenniveau	1	88,24	82,81	0,2881	1	-153,90	95,38	0,1087
	Laktationsnummer	1	321,42	33,64	< 0,0001	1	316,01	66,33	< 0,0001
	Laktationstage	1	-127,87	82,45	0,1227	1	180,08	40,33	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 1 Horn	Intercept	1	2447,79	322,91	< 0,0001	R-Square 0,2716			
	Max. Grad 1 Horn	1	-133,48	106,13	0,2113	1	-85,59	90,35	0,3450
	Herdenniveau	1	83,77	103,93	0,4221	R-Square 0,2887			
	Laktationsnummer	1	335,80	42,48	< 0,0001	1	1807,95	292,25	< 0,0001
	Laktationstage	1	-134,09	99,17	0,1793	1	-73,58	110,93	0,5085
Maximaler Schwere- Grad 2 Horn	Intercept	1	3087,96	403,55	< 0,0001	1	354,95	82,68	< 0,0001
	Max. Grad 2 Horn	1	-360,05	128,05	0,0062	1	228,80	50,59	< 0,0001
	Herdenniveau	1	-106,71	124,33	0,3933	1	-72,62	109,05	0,5069
	Laktationsnummer	1	255,74	53,58	< 0,0001	R-Square 0,2866			
	Laktationstage	1	-103,82	125,10	0,4091	1	2282,01	503,44	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 3 Horn	Intercept	1	2282,01	503,44	< 0,0001	1	-539,91	182,94	0,0050
	Max. Grad 3 Horn	1	-539,91	182,94	0,0050	1	150,42	158,70	0,3482
	Herdenniveau	1	150,42	158,70	0,3482	1	238,46	73,74	0,0023
	Laktationsnummer	1	238,46	73,74	0,0023	1	45,30	159,08	0,7771
	Laktationstage	1	45,30	159,08	0,7771	R-Square 0,2908			
Maximaler Schwere- Grad 3 Horn	Intercept	1	2282,01	503,44	< 0,0001	1	1629,16	483,21	0,0014
	Max. Grad 3 Horn	1	-539,91	182,94	0,0050	1	-316,16	267,20	0,2417
	Herdenniveau	1	150,42	158,70	0,3482	1	402,98	135,88	0,0044
	Laktationsnummer	1	238,46	73,74	0,0023	1	239,62	75,08	0,0023
	Laktationstage	1	45,30	159,08	0,7771	1	-47,17	175,23	0,7888

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, für Tiere mit DIM ≤120, korrigiert auf jeweiligen Klauenparameter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.10: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 100-Tage-Leistung (Klauenhautkrankheiten)

100 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
Klauen- haut- krankheit	Intercept	1	2564,27	265,47	< 0,0001	R-Square 0,4002			
	Hautkrankheit	1	-281,71	87,68	0,0016	1	2018,94	236,98	< 0,0001
	Herdenniveau	1	32,97	80,69	0,6833	1	-164,88	157,71	0,2975
	Laktationsnummer	1	301,46	33,75	< 0,0001	1	289,51	66,99	< 0,0001
	Laktationstage	1	-139,99	80,72	0,0846	1	198,76	39,94	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 1 Haut	Intercept	1	2804,30	381,99	< 0,0001	R-Square 0,2643			
	Max.Grad 1 Haut	1	-275,89	138,30	0,0510	1	-112,08	89,23	0,2110
	Herdenniveau	1	17,08	121,72	0,8889	R-Square 0,3805			
	Laktationsnummer	1	276,92	61,28	< 0,0001	1	1814,79	411,65	< 0,0001
	Laktationstage	1	-158,30	121,55	0,1982	1	-287,77	236,79	0,2293
Maximaler Schwere- Grad 2 Haut	Intercept	1	2725,90	452,42	< 0,0001	1	310,32	110,30	0,0067
	Max.Grad 2 Haut	1	-471,70	149,11	0,0025	1	304,08	71,31	< 0,0001
	Herdenniveau	1	-74,78	141,35	0,5989	1	-129,09	160,55	0,4248
	Laktationsnummer	1	295,48	64,42	< 0,0001	R-Square 0,3872			
	Laktationstage	1	18,79	140,09	0,8938	1	1508,42	467,57	0,0022
Maximaler Schwere- Grad 3 Haut	Intercept	1	2315,83	490,25	< 0,0001	1	-219,46	371,68	0,5575
	Max. Grad 3 Haut	1	-503,71	187,71	0,0102	1	372,14	126,11	0,0048
	Herdenniveau	1	175,63	161,16	0,2816	1	325,48	77,01	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	215,26	75,25	0,0064	1	-53,95	173,79	0,7575
	Laktationstage	1	21,45	162,00	0,8953	R-Square 0,3262			
		1	1623,09	495,94	0,0019	1	-235,66	409,00	0,5670
		1	390,10	136,46	0,0061	1	278,53	79,07	0,0009
		1	-87,51	185,72	0,6395				

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, für Tiere mit DIM ≤120, korrigiert auf jeweiligen Klauenparameter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.11: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung

305 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
Klauen- status	Intercept	1	4055,57	446,07	< 0,0001	R-Square 0,1649			
	Klauenstatus	1	-462,41	168,28	0,0062	1	4260,99	330,59	< 0,0001
	Herdenniveau	1	789,40	137,13	< 0,0001	1	11,96	131,53	0,9276
	Laktationsnummer	1	426,56	56,30	< 0,0001	1	734,33	92,43	< 0,0001
	Laktationstage	1	259,55	68,04	0,0002	1	352,81	55,46	< 0,0001
Klauen- horn- krankheit	Intercept	1	4013,98	478,58	< 0,0001	R-Square 0,1820			
	Hornkrankheit	1	-479,27	174,09	0,0061	1	88,88	64,04	0,1658
	Herdenniveau	1	786,35	146,38	< 0,0001	1	4212,58	341,14	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	441,44	60,09	< 0,0001	1	7,92	134,27	0,9530
	Laktationstage	1	265,04	73,62	0,0003	1	744,81	96,73	< 0,0001
Klauen- haut- krankheit	Intercept	1	4449,31	536,2\$	< 0,0001	R-Square 0,1803			
	Hautkrankheit	1	-762,01	175,84	< 0,0001	1	349,90	57,09	< 0,0001
	Herdenniveau	1	636,78	174,90	0,0003	1	99,69	65,78	0,1303
	Laktationsnummer	1	387,82	71,39	< 0,0001	R-Square 0,1642			
	Laktationstage	1	293,73	80,68	0,0003	1	4841,82	477,50	< 0,0001
Maximaler Schwere- grad	Intercept	1	4309,64	445,29	< 0,0001	R-Square 0,1825			
	Max. Grad	1	-311,57	75,53	< 0,0001	1	-220,22	231,36	0,3422
	Herdenniveau	1	688,73	139,57	< 0,0001	1	657,71	139,21	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	438,83	55,96	< 0,0001	1	348,10	85,63	< 0,0001
	Laktationstage	1	261,44	67,49	0,0001	1	-54,35	94,00	0,5637

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf jeweiligen Klauenparamter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.12: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Schweregrade)

305 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
Klauen- status	Intercept	1	4055,57	446,07	< 0,0001	R-Square 0,1649			
	Klauenstatus	1	-462,41	168,28	0,0062	1	4260,99	330,59	< 0,0001
	Herdenniveau	1	789,40	137,13	< 0,0001	1	11,96	131,53	0,9276
	Laktationsnummer	1	426,56	56,30	< 0,0001	1	734,33	92,43	< 0,0001
	Laktationstage	1	259,55	68,04	0,0002	1	352,81	55,46	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 1	Intercept	1	4253,95	533,03	< 0,0001	1	88,88	64,04	0,1658
	Max. Grad 1	1	-168,93	177,50	0,3419	R-Square 0,1820			
	Herdenniveau	1	817,10	172,28	< 0,0001	1	4318,71	380,72	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	430,17	72,361	< 0,0001	1	86,87	146,80	0,5544
	Laktationstage	1	154,25	87,16	0,0776	1	692,85	107,11	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 2	Intercept	1	4867,63	613,93	< 0,0001	1	396,73	66,60	< 0,0001
	Max. Grad 2	1	-850,87	194,24	< 0,0001	1	70,79	73,34	0,3351
	Herdenniveau	1	562,97	194,25	0,0040	R-Square 0,1802			
	Laktationsnummer	1	393,54	77,06	< 0,0001	1	4318,71	380,72	< 0,0001
	Laktationstage	1	202,24	90,92	0,0269	1	86,87	146,80	0,5544
Maximaler Schwere- Grad 3	Intercept	1	4777,13	663,91	< 0,0001	1	692,85	107,11	< 0,0001
	Max. Grad 3	1	-696,78	225,95	0,0024	1	396,73	66,60	< 0,0001
	Herdenniveau	1	513,99	217,24	0,0191	1	70,79	73,34	0,3351
	Laktationsnummer	1	483,49	89,27	< 0,0001	R-Square 0,1938			
	Laktationstage	1	204,23	101,59	0,0459	1	-50,85	84,04	0,5456
		R-Square 0,2127				R-Square 0,1541			
		1	4777,13	663,91	< 0,0001	1	4814,64	551,13	< 0,0001
		1	-696,78	225,95	0,0024	1	-28,04	348,11	0,9359
		1	513,99	217,24	0,0191	1	707,91	165,68	< 0,0001
		1	483,49	89,27	< 0,0001	1	321,34	94,50	0,0008
		1	204,23	101,59	0,0459	1	-68,56	101,03	0,4982

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf jeweiligen Klauenparamter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.13: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Klauenhornkrankheiten)

305 - Tage Leistung	Variable	Laufstall				Anbindestall			
		DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*	DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
Klauen- horn- krankheit	Intercept	1	4013,98	478,58	< 0,0001	R-Square 0,1624			
	Hornkrankheit	1	-479,27	174,09	0,0061	1	4212,58	341,14	< 0,0001
	Herdenniveau	1	786,35	146,38	< 0,0001	1	7,92	134,27	0,9530
	Laktationsnummer	1	441,44	60,09	< 0,0001	1	744,81	96,73	< 0,0001
	Laktationstage	1	265,04	73,62	0,0003	1	349,90	57,09	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 1 Horn	Intercept	1	4305,52	565,31	< 0,0001	1	99,69	65,78	0,1303
	Max. Grad 1 Horn	1	-158,78	184,04	0,3889	R-Square 0,1803			
	Herdenniveau	1	802,31	181,64	< 0,0001	1	4245,15	392,10	< 0,0001
	Laktationsnummer	1	436,01	75,74	< 0,0001	1	101,76	150,12	0,4983
	Laktationstage	1	143,95	91,56	0,1169	1	701,38	111,51	< 0,0001
Maximaler Schwere- Grad 2 Horn	Intercept	1	4975,77	630,84	< 0,0001	1	400,38	68,45	< 0,0001
	Max. Grad 2 Horn	1	-894,30	198,82	< 0,0001	1	87,63	74,77	0,2420
	Herdenniveau	1	523,69	199,58	0,0092	R-Square 0,1895			
	Laktationsnummer	1	399,36	79,24	< 0,0001	1	4575,94	438,57	< 0,0001
	Laktationstage	1	194,42	94,59	0,0408	1	-186,21	179,69	0,3010
Maximaler Schwere- Grad 3 Horn	Intercept	1	4598,25	704,21	< 0,0001	1	750,66	129,17	< 0,0001
	Max. Grad 3 Horn	1	-803,08	245,98	0,0013	1	357,42	73,03	< 0,0001
	Herdenniveau	1	539,38	226,66	0,0185	1	-46,04	84,904	0,5881
	Laktationsnummer	1	504,72	94,62	< 0,0001	R-Square 0,1587			
	Laktationstage	1	228,30	108,95	0,0377	1	4821,51	552,49	< 0,0001
						1	-28,14	366,23	0,9388
						1	720,54	166,68	< 0,0001
						1	323,60	94,72	0,0008
						1	-84,15	102,24	0,4115

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf jeweiligen Klauenparamter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

Tabelle A.4.14: Regressionskoeffizienten der statistischen Auswertung der 305-Tage-Leistung (Klauenhautkrankheiten)

305 - Tage Leistung		Variable			
Klauen- haut- krankheit	Intercept	1	4449,31	536,2\$	< 0,0001
	Hautkrankheit	1	-762,01	175,84	< 0,0001
	Herdenniveau	1	636,78	174,90	0,0003
	Laktationsnummer	1	387,82	71,39	< 0,0001
	Laktationstage	1	293,73	80,68	0,0003
Maximaler Schwere- Grad 1 Haut	Intercept	1	4874,77	602,77	< 0,0001
	Max. Grad 1 Haut	1	-445,19	212,86	0,0379
	Herdenniveau	1	764,09	199,55	0,0002
	Laktationsnummer	1	315,78	88,00	0,0004
	Laktationstage	1	72,67	100,59	0,4710
Maximaler Schwere- Grad 2 Haut	Intercept	1	4736,56	665,59	< 0,0001
	Max. Grad 2 Haut	1	-1022,41	220,98	< 0,0001
	Herdenniveau	1	542,28	217,67	0,0136
	Laktationsnummer	1	440,78	89,40	< 0,0001
	Laktationstage	1	230,01	101,44	0,0245
Maximaler Schwere- Grad 3 Haut	Intercept	1	4514,68	690,39	< 0,0001
	Max. Grad 3 Haut	1	-775,39	252,92	0,0025
	Herdenniveau	1	663,91	228,26	0,0041
	Laktationsnummer	1	459,72	94,23	< 0,0001
	Laktationstage	1	178,59	104,28	0,0887

Laufstall			
DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
R-Square 0,2225			
1	4449,31	536,2\$	< 0,0001
1	-762,01	175,84	< 0,0001
1	636,78	174,90	0,0003
1	387,82	71,39	< 0,0001
1	293,73	80,68	0,0003
R-Square 0.1869			
1	4874,77	602,77	< 0,0001
1	-445,19	212,86	0,0379
1	764,09	199,55	0,0002
1	315,78	88,00	0,0004
1	72,67	100,59	0,4710
R-Square 0.2425			
1	4736,56	665,59	< 0,0001
1	-1022,41	220,98	< 0,0001
1	542,28	217,67	0,0136
1	440,78	89,40	< 0,0001
1	230,01	101,44	0,0245
R-Square 0.2342			
1	4514,68	690,39	< 0,0001
1	-775,39	252,92	0,0025
1	663,91	228,26	0,0041
1	459,72	94,23	< 0,0001
1	178,59	104,28	0,0887

Anbindestall			
DF	Regressions- koeffizient	SD	p-Wert*
R-Square 0,1642			
1	4841,82	477,50	< 0,0001
1	-220,22	231,36	0,3422
1	657,71	139,21	< 0,0001
1	348,10	85,63	< 0,0001
1	-54,35	94,00	0,5637
R-Square 0.1672			
1	5121,64	501,55	< 0,0001
1	-241,16	301,81	0,4252
1	641,56	148,85	< 0,0001
1	334,27	89,96	0,0003
1	-133,02	97,96	0,1761
R-Square 0.1843			
1	4588,74	533,34	< 0,0001
1	-266,48	346,33	0,4426
1	707,82	156,89	< 0,0001
1	398,96	94,01	< 0,0001
1	-44,43	101,57	0,6623
R-Square 0.1607			
1	4980,24	560,71	< 0,0001
1	-193,92	651,83	0,7664
1	667,14	167,27	< 0,0001
1	338,59	97,56	0,0007
1	-106,78	104,16	0,3067

* Varianzanalyse, Modell Milchleistung, korrigiert auf jeweiligen Klauenparamter (hier dunkel unterlegt), Herdenniveau, Laktationsnummer und Laktationstage zum Zeitpunkt der Klauenpflege

11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen jenen bedanken, die, direkt und indirekt, am „Projekt: Titel“ beteiligt waren und ohne die es diese Seiten gar nicht gäbe.

Allen voran bei der Person, die fast genauso viel Herzblut, Schweiß und Zeit, mindestens aber genauso viel Nerven in dieses Projekt gesteckt hat wie ich selbst: Frau Dr. Dr. Eva Zeiler.

Liebe Eva, ich weiß, ich war oft unausstehlich, ungeduldig, übermütig oder trotzig - du hast das alles ausgehalten. Du hast zur rechten Zeit gelobt. Und Motiviert. Mich aber auch wieder versammelt, wenn ich am langen Zügel aus dem Takt gekommen bin. Die schützende Hand über mich gehalten. hinter mir gestanden und immer neben mir, wenn ich dich gebraucht habe. Hast dir Zeit genommen, wo keine war. Ich habe viel von dir gelernt. Für das alles bin ich dir unsagbar dankbar. Auch für das eine oder andere Feierabendbier und ein D. Und für die Musik. Hands held high. Und immer lächeln.

Bei Ihnen, Frau Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer, bedanke ich mich von Herzen für ihren Glauben und ihr Vertrauen in dieses Projekt. Wir können, haben wir gesagt. Und ich glaube wir haben unser Versprechen gehalten - wir konnten.

Ohne die wunderbare Kooperation mit der Höchstädter Klauenpflege GmbH hätte dieses Projekt nicht verwirklicht werden können. Dafür, sowie für die finanzielle Unterstützung des Projektes und die vielen offenen Gespräche bedanke ich mich rechtherzlich bei Herrn Hubert Reszler.

Auch erwähnen möchte ich an dieser Stelle meine Klauenpfleger Manni, Boris, Eddie, Thomas, Rafael, Igor und Herr Beck - ich habe viel gelacht, noch mehr gelernt und euch alle in mein Herz geschlossen.

Allen teilnehmenden Betrieben danke ich für ihr Vertrauen, ihre Offenheit und ihr Engagement. Und für jede Menge Leberkäsemmeln, literweise Kaffee und Spezi, interessante Gespräche und wohlgemeinte Heiratsvermittlungen.

Dem LKV Bayern e.V. und Herrn Dr. Duda danke ich für die Bereitstellung der Daten und das entgegengebrachte Vertrauen. Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Sprengel und Frau Dr. Streit, die versucht haben, mir Statistik im Allgemeinen und das Programm SAS im Genaueren beizubringen und die die Hoffnung nie aufgaben, die ich das ein oder andere Mal schon verloren hatte. Ihre Mission war erfolgreich.

Frau Dr. Carola Sauter-Louis danke ich für viele Brainstorming-Dates, regen Email-Verkehr und ihre statistischen Geistesblitze, die so oft mit Lichtgeschwindigkeit durch den Raum schossen und die ein oder andere dunkle Zeit erhellt haben.

Bei allen Freunden bedanke ich mich fürs Dasein, auch im Dunklen. Euch und eure Qualitäten im Einzelnen zu nennen würde hier den Rahmen sprengen. Ihr habt mich zu Frischluft und anderen Gedanken gezwungen, nicht selten wortwörtlich. Besonders Frieda und Tine bin ich für Korrekturlesen, den indirekt auferlegten Bib-Zwang, Corsi, Drucker und viele gute, ideenreiche oder tröstende Gespräche zu Dank verpflichtet. Nicole, Tilo und den Kids danke ich für ein Akkuladen mit Pferdenüstern im Nacken und ein unkompliziertes „wie immer“- ihr wisst gar nicht wie gut das tut.

Justus, Peter und Bob sowie Tim, Karl, Klößchen und Gaby danke ich für die vielen gemeinsamen Stunden am Schreibtisch.

Caro. Durch deine Formatierungshilfe habe ich mir so manchen Nerv gespart. Dafür Danke. Vielmehr noch fürs Zuhören. Festhalten. Aushalten. Bleiben. Und Glauben.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken. Für Finanzspritzen und Motivationsschreiben. Für zur Ruhe kommen, Trösten und Aufbauen. Und auch für ein zur rechten Zeit wieder Graderücken und Positionieren. Für ein für mich Dasein und bedingungsloses Unterstützen. Und lieben.

DANKE